

Satu Haapakoski

# Modernien lasinesineiden täydentäminen epoksihartsilla ja siihen soveltuvat muotit

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Konservaattori Amk  
Esinekonservointi  
Opinnäytetyö  
27.4.2012

|   |   |
|---|---|
| Tekijä(t)<br>Otsikko<br>Sivumäärä<br>Aika   | Satu Haapakoski<br>Modernien lasiesineiden täydentäminen epoksihartsilla ja siihen soveltuvat muotit<br>43 sivua<br>27.4.2012 |
| Tutkinto  | Konservaattori Amk  |
| Koulutusohjelma   | Konservointi  |
| Suuntautumisvaihtoehto  | Esinekonservointi   |
| Ohjaaja(t)  | Lehtori Heikki Häyhä<br>Lehtori Paula Niskanen  |
| <p>Tein toisen työharjoitteluistani Sloveniassa, jossa ohjaajani Lemantjic Goratz opetti minulle kehittämänsä lasintäydennystekniikan. Ero muiden konservaattoreiden tekniikoihin on tässä tekniikassa se, että siinä käytetään hyväksi läpinäkyvää muottimateriaalia. Kun ongelmat nähdään heti kun ne tapahtuvat, voidaan niihin reagoida ajoissa. Tekniikassa pyritään pääsemään mahdollisimman hyvään lopputulokseen muoteilla.</p> <p>Halusin tehdä selkeän työn, josta tulee esille, mitä kannattaa huomioida lasin täydentämisessä sekä esitellä Sloveniassa oppimaani tekniikkaa. Hain myös tietoa eri konservaattoreiden tavoista tehdä täydennyksiä ja esittelen työssäni myös muiden käyttämiä materiaaleja ja tekniikoita. Olen rajannut työni koskemaan vain hyväkuntoista ja tervettä lasia, koska työssä esittelemäni materiaalit ja tekniikat soveltuvat parhaiten tällaiselle lasille. Arkeologisen lasin täydennyksestä löytyy nykyään paljon tietoa ja siitä on tehty paljon tutkimusta.</p> <p>Työssäni tein esimerkkejä erilaisista muutamista lasille tyypillisistä vaurioista. Toimin esimerkeissä pääasiassa samojen työtapojen mukaan, kuin Sloveniassa, vaikka tein myös omia ratkaisujani ja sovelsin tekniikan osia. Esimerkkejä tehdessäni rajasin pois todella monimutkaiset tapaukset, koska niiden käsittelyyn ei tämän opinnäytteen puitteissa ollut mahdollisuutta. Täydennyksen valmistuttua arvioin myös tulokset ja mietin olisinko voinut toimia myös toisin.</p> <p>Halusin tässä työssä esitellä sen, mitä olen lasin kanssa työskennellessäni oppinut ja tuoda tämän tiedon saataville helposti myös muille. Kun oppii uusia asioita ja kokeilee erilaisia materiaaleja, kehittää omia taitojaan ja oppii miten niiden kanssa kannattaa toimia. Erilaisia tekniikoita kannattaa yhdistää ja soveltaa niihin myös muilta aloilta saamaansa tietoa. Tällöin on mahdollista kehittää työtapoja vielä paremmiksi. Kun tuloksia myös raportoidaan ja esitellään, kehittyy myös muiden konservaattoreiden osaaminen, sekä koko alamme.</p> |   |
| Avainsanat  | epoksihartsi, konservointi, lasi, muotti, silikoni, täydennys   |

|   |   |
|---|---|
| Author(s)<br>Title<br>Number of Pages<br>Date   | Satu Haapakoski<br>Filling missing areas in modern glass with epoxy resin and suitable molds<br>43 pages<br>27 April 2012 |
| Degree  | Bachelor of Culture and Art   |
| Degree Programme  | Conservation  |
| Specialisation option   | Object conservation   |
| Instructor(s)   | Heikki Häyhä (Senior Lecturer)<br>paula Niskanen (Senior Lecturer)  |
| <p>The Author did her second internship in Slovenia, at the National museum of Slovenia. The mentor during the internship was Lemantjic Goratz. He had been working with glass objects for a long time and taught the Author his technique of filling missing areas in glass. The main difference between his technique and others was that he used a transparent material for the making of molds. When you can see inside the mold, you can react to the possible problems as they occur. In this technique the attempt is to achieve the best possible outcome with molds. New knowledge and the mentor provided the inspiration for the Thesis about filling missing areas in glass. The Thesis presents the technique learned and also shows how to apply it to the real situations.</p> <p>Theoretical background was obtained from guides and articles about the conservation of glass, written by different conservators. Their materials and ways to make fillings in glass were examined and presented. Also cases that have damages that are usual for glass were presented. The Author worked with them mostly in the same way that she worked in Slovenia. In some cases the technique was adapted and other solutions were discovered. In the end the results that were got with the molds were explained and also if there had been something that would have given better results was estimated.</p> <p>The work was limited to modern glass objects that are in good condition, because the materials and techniques are best suited for them. There is a lot of research done for conservation of archeological glass. Information for making safe fillings for these objects is easily available. Also really complex cases were excluded, because in frames of the Thesis it was not possible to showcase them.</p> <p>In this work the Author wanted to combine all her information about the subject matter and make it available for others. When one learns new things and experiments with different materials, one learns how to work with them and how to apply them to one's work. When using them in new ways, one might develop a new technique or find new materials. When these results are reported and presented for other conservators, they learn more and may develop things further. This is one of the ways how our profession develops.</p> |   |
| Keywords  | conservation, epoxyresin, filling, glass, mould, silicone   |

## Sisällys

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Johdanto   | 1  |
| 2     | Lasin täydennys                                    | 3  |
| 2.1   | Täydennysmateriaalit                               | 3  |
| 2.1.1 | Materiaalit joita on käytetty lasin täydentämiseen | 4  |
| 2.1.2 | Epoksi   | 5  |
| 2.1.3 | Epoksin värjääminen                                | 6  |
| 2.1.4 | Epoksitäydennyksen viimeistely                     | 8  |
| 2.2   | Muotit   | 9  |
| 2.2.1 | Muottimateriaalit                                  | 10 |
| 2.2.2 | Muottimateriaalien valinta esimerkkeihin           | 11 |
| 2.2.3 | Muottisilikonin valinta                            | 12 |
| 2.2.4 | Silikonimuotin valmistustavat                      | 14 |
| 2.2.5 | Läpinäkyvän muotin valmistus                       | 15 |
| 2.2.6 | Avoin vai suljettu muotti?                         | 18 |
| 2.2.7 | Muottien kiinnitys                                 | 19 |
| 3     | Esimerkit  | 23 |
| 3.1   | Suora lasipinta                                    | 24 |
| 3.1.1 | Vaurio reunassa                                    | 26 |
| 3.1.2 | Vaurio keskellä                                    | 28 |
| 3.2   | Kolmiulotteinen muoto                              | 31 |
| 3.2.1 | Vaurio pohjassa                                    | 32 |
| 3.2.2 | Reunan halkeama                                    | 36 |
| 4     | Yhteenveto   | 42 |
|       | Lähteet  | 44 |

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön idea syntyi silloin kun suoritin toista työharjoitteluani Sloveniasa, Slovenian kansallismuseossa. Tarkoituksena oli että pääsen konservoimaan keraamiikkaa ja varsinkin posliinia. Ohjaajani Goratz Lemantjic oli tehnyt paljon lasin konservointia ja kehittänyt aiheeseen liittyvän täydennystekniikan. Minulle lasi tuntui vaikealta materiaaalilta konservoida ja olin hyvin epävarma, lasin täydennykseen käytettävän, epoksin kanssa työskentelyssä. Lemantjic kuitenkin rohkaisi minua opettelemaan hänen tekniikkansa ja työskennellessäni hänen kanssaan opin hallitsemaan näitä materiaaleja.

Lemantjic on kuvanveistäjä, joka on ajautunut konservaattorin työhön. Sloveniassa ei ollut ketään, joka osaisi tehdä lasin täydennystä. Häntä pyydettiin konservoimaan muutamia lasiesineitä ja hän päätti ottaa haasteen vastaan. Lopulta alan töitä tuli lisää ja Lemantjic sai työpaikan Slovenian kansallismuseosta, jonka konservointilaitosta hän tällä hetkellä johtaa. Kuvanveiston lisäksi, hän on opiskellut konservointia ja konservointiin liittyvää etiikkaa. (Lemantjic Goratz 2011.)

Lemantjicilla oli aikaisempaa kokemusta epoksin ja muottien kanssa työskentelystä. Lasin kanssa työskennellessään hän huomasi, että monien vanhojen materiaalien ja tekniikoiden kanssa oli useita ongelmia. Hän pyrki ratkaisemaan ongelmat uusilla muottimateriaaleilla ja työtavoilla. Ajan mittaan hän kehitti näiden pohjalta oman tekniikkansa, jossa ongelmat pyritään ennakoimaan ja ratkaisemaan ennen kuin ne tapahtuvat. (Lemantjic 2006, 46-48.)

Suurin ero muiden konservaattoreiden täydennystekniikoihin on se, että Lemantjic käyttää hyväksi muottimateriaalia, jonka läpi on mahdollista nähdä. Kun ongelmat nähdään heti kun ne tapahtuvat, voidaan niihin reagoida jo silloin, kun epoksi ei ole vielä kovettunut. Tekniikassa osa työstä tapahtuu esineestä erillään ja muoteilla pyritään pääsemään mahdollisimman hyvään lopputulokseen. Tällöin kovaa epoksitäydennystä tarvitsee käsitellä mahdollisimman vähän ja näin vältetään esineelle aiheutuvaa räsitusta.

Hain tietoa eri konservaattoreiden tavoista tehdä täydennyksiä lasiin ja etsin artikkeleita erilaisista tekniikoista. Vaikka joissakin teksteissä oli suuripiirteisiä mainintoja, miten vaurion koko tai sijainti vaikuttaa työtapojen valintaan, ei missään ohjeistuksessa tai tekniikassa keskitytty yksityiskohtaisesti kaikkiin seikkoihin, jotka vaikuttavat muottien ja työtapojen valintaan. Tämä asia toistui myös ohjaajani opetuksessa. Hän piti ensin luennot, joissa kuvasi tekniikan piirteet ja käytettävät materiaalit, jonka jälkeen pääsin työstämään esineitä. Luentojen perusteella minun oli kuitenkin vielä vaikea tehdä päätöksiä koskien muotteja ja työtapoja. Vasta työn lomassa minulle selvisi, miten esineen ja vaurion muoto, sekä vaurion kohta esineessä vaikuttaa muotteihin ja kuinka muotit käytännössä tehdään. Koin kuitenkin, että nämä asiat ovat hyvin olennaisia täydennyksiä tehtäessä, koska ne vaikuttavat suuresti työn sujuvuuteen ja työn lopputulokseen.

Halusin kehittää omaa osaamistani lasin konservoinnissa ja kehittää tekniikkaa, johon olin päässyt tutustumaan. Halusin tuoda myös oppimani tekniikan helpommin saavutettavaksi suomalaisille konservaattoreille. Tämän takia halusin tehdä opinnäyteyöni tämän aihepiirin ympäriltä. Halusin tehdä selkeän työn, josta tulee esille, mitä kannattaa huomioida lasin täydentämisessä. Halusin myös esitellä Sloveniassa oppimaani tekniikkaa ja sitä, miten sitä kannattaa hyödyntää käytännössä. Tämän takia tein esimerkkejä, joissa hyödynnän tekniikkaa ja sovellan sitä omien tietojeni ja muualta oppimani tiedon kautta.

Konservoinnin etiikan mukaista olisi, että käytettävät materiaalit olisi helposti poistettavissa tulevaisuudessa, eivätkä ne saisi aiheuttaa esineelle riskejä. Tässä työssä käytettyjen materiaalien kohdalla siitä aiheutuu muutamia ongelmia ja rajoituksia. Olenkin rajannut työni koskemaan vain hyväkuntoista ja tervettä lasia. Näille esineille ei ole luontaista, että ne ovat rikki, toisin kuin arkeologiselle materiaalille. Näiden ymmärtämistä helpottaa, kun niiden muoto on täydennetty. Esineiden pinta on kiiltävä ja ulkoasu hiottu, joten myös täytön täytyy olla pinnan kanssa samannäköinen ja muodoltaan esineeseen sopiva. Käytettävät materiaalit soveltuvat myös paremmin tällaiselle lasille, koska se on kestävämpää ja pinnaltaan tiivistä.

Arkeologisen lasin täydennykseen löytyy nykyään paljon muita vaihtoehtoja ja aiheesta on tehty paljon tutkimusta. Erilaisia tapauskuvauksia löytyy helposti ja niiden perusteella löytää varmasti useita vaihtoehtoisia tapoja konservoida näitä herkkiä esineitä. Ar-

keologiset lasiesineet voidaan myös tukea niin, että osat ovat oikeilla paikoilla suhteessa toisiinsa, mutta esineessä olevia puutteita ei ole täydennetty. Tällöin esineestä saa kuvan, mitä se on ollut. Näille esineille on kuitenkin luontevaa, että ne eivät ole ehjiä, jolloin niiden huomaamattomaan täydentämiseen on harvemmin edes tarvetta (Koob Stephen 2006, 75). (Benrubi, Van Giffen, Hanna, Koob 2011) (Risser 1997)

## 2 Lasin täydennys

Kun lasi särkyy, siitä usein halkeaa niin pieniä palasia, ettei niitä kaikkia saada liimattua kasaan. Joskus palaset saattavat myös hävitä tai lasista voi puuttua osia. Jos puutteet aiheuttavat voimakkaan visuaalisen haitan ja estävät ymmärtämästä esinettä, niin konservaatoreita voi tehdä päätöksen täydentää nämä puutteet. Joskus täydennys on tarpeellinen myös esineen säilymisen kannalta: kun esineestä puuttuu paljon materiaalia, tukee täydennys sen rakennetta. (Davison, Newton 1989, 224.)

Täydennyksien olisi ulkonäöltään vastata muun esineen pintaa. Lasi on hyvin kiiltävää, läpinäkyvää ja pinnaltaan hyvin sileää. Nämä ominaisuudet rajaavat työhön käytettäviä materiaaleja. Muottimateriaalin on annettava täydennykselle oikeanlainen pinta ja täydennysmateriaalin on oltava läpinäkyvää sekä omata sama taitekerroin kuin kyseisellä lasilla. Kun lasin ja täydennysmateriaalin taitekertoimet ovat samat, on niiden välinen sauma huomaamaton. Tämä johtuu siitä, että tällöin valo ei heijastu takaisin materiaalien rajakohdasta. (Koob Stephen 2006, 75).

Lasi on todella hankala materiaali konservoida. Varsinkin täydennyksien teko lasiin on erityisen haastavaa ja näkymättömän täydennyksen teko taas täysin mahdotonta. On kuitenkin materiaaleja ja tekniikoita, joilla saadaan -yllättävänkin hyviä tuloksia. Osa näistä tekniikoista vaatii kuitenkin paljon viimeistelyä, jotta täydennys vastaa esineen ulkomuotoa. Työtapojen valinnassa tulisi aina ottaa huomioon se, miten täydennyksestä saataisiin jo valuvaiheessa mahdollisimman hyvä. Lemantjicin tekniikka keskittyykin juuri siihen ja on sen takia varteen otettava vaihtoehto työtapoja valittaessa.

### 2.1 Täydennysmateriaalit

Lasin täydennykseen on käytetty monia erilaisia materiaaleja. Materiaalin valintaan vaikuttaa, sen ulkonäkö, käytön helppous, poistettavuus ja esineen täydennyksen funktio. Joskus täydennys tehdään, jotta esineen ulkonäkö olisi mahdollisimman eheä. Joskus täydennyksen ainoa tehtävä on tukea esineen osia, jotta se voidaan säilyttää turvallisesti. Valinnan tekee konservaattori yhdessä muiden kokoelmasta vastaavien ihmisten kanssa tapauskohtaisesti.

### 2.1.1 Materiaalit, joita on käytetty lasin täydentämiseen

Täydennyksen tekoon on käytetty erilaisia hartseja (polyesteri, akryyli ja epoksi) sekä muita materiaaleja kuten muovikalvoja, kipsiä, sekä liimalla kovetettua japaninpaperia<sup>1</sup>.

Jos tarkoitus on vain tukea esineen rakennetta, ovat kipsi sekä kovetettu japaninpaperi hyviä vaihtoehtoja. Ne ovat turvallisia materiaaleja lasille ja voidaan kiinnittää niin, että niiden poisto ei vahingoita lasia. Niitä on myös helppo käsitellä. Niiden ulkonäkö eroaa kuitenkin huomattavasti lasipinnasta. Kun halutaan päästä huomaamattomaan lopputulokseen, on valittava materiaali jonka ulkonäkö vastaa paremmin lasia.

Erilaiset hartsit ja muovikalvot ovat ulkonäöltään lasin kaltaisia. Hartsien kanssa tulee useimmiten ongelmia, joko niiden valun kanssa tai myöhemmin tapahtuvien värinmuutosten kanssa. Liuottimessa olevat hartsit ovat hankalia lasinkonservoinnissa, koska kovettuessaan ne kutistuvat ja niihin tulee helposti kuplia. Polyesteri- ja akryylihartsit voivat kovettuessaan kuumentua tai vaatia erikoisolosuhteita kovettuakseen. Esimerkiksi lasin konservoinnissa aiemmin yleisesti käytetyt Technovit- sarjan akryylihartsit eivät saa kovettuessaan joutua ilman kanssa kosketuksiin tai ne voivat jäädä tahmeiksi (Hayward 2001, 16).

Erilaisten valmiiden kalvojen käyttäminen lasin konservointiin on melko haastavaa. Kalvot on ensin muokattava esineen muotoon ja sen jälkeen leikattava puuttuvan alueen muotoisiksi. Muokkaaminen on tehtävä aina esineestä erillään, koska se vaatii usein korkeaa lämpötilaa ja joskus myös voimaa. Kalvoja on myös haastavaa saada sopi-

---

<sup>1</sup> Ohje japaninpaperitäydennyksen tekoon löytyy mm. Fontaine Chantalín kirjoittamasta artikkelista: *Concervation of glass at the Institut Royl du Patrioine Artistique (Brussels): From the earthquake in Liege to the stained glass of Loppen.*



maan täydellisesti puutuvaan tilaan. Kalvojen käyttö on hyvin työlästä, varsinkin paksujen akryyli- tai pleksilevyjen (Jackson Patricia 1984, 84.20.14). Mielestäni niiden käyttö on perusteltua esineissä, jotka ovat niin herkkiä, etteivät ne kestä epoksin valua, mutta tarvitsevat lisätukea. Tässä työssä käytettävää läpinäkyvää pvc-kalvoa voi käyttää myös lasin täydennykseen, varsinkin hyvin ohutseinämaisissä lasiesineissä.

### 2.1.2 Epoksihartsi

Lasin täydentämiseen on käytetty useita eri hartseja. Nykyään epoksihartsit ovat nousseet päämateriaaliksi lasin konservoinnissa. Markkinoille on tullut epokseja, joiden ominaisuudet ovat hyvin lähellä lasia: niiden taitekerroin on lähellä lasin taitekerrointa ja ne ovat täysin värittömiä. Epoksihartsien etu on myös, että ne eivät ole liuottimessa (joka haihtuu) vaan kovettuvat kovetteen aiheuttaman polymerisaation tuloksena, joten ne eivät kutistu kovettuessaan<sup>2</sup> melkein ollenkaan.

Epoksi ei ole kuitenkaan täydellinen konservointimateriaali. Kovetuttaan se on hyvin kovaa ja joskus jopa liian kovaa herkälle lasille. Toisaalta se on myös materiaali, joka kellastuu hyvin voimakkaasti ajan mittaan. Vaikka materiaalien kehittyttyä niiden kellastumista on pystytty vähentämään, ei tätä ominaisuutta ole pystytty kokonaan poistamaan. Epoksin poistaminen esineestä on hankalaa. Se ei liukene mihinkään tunnettuun liuottimeen, mutta sitä voidaan pehmentää ja turvottaa klooratuilla hiilivedyillä, jotka ovat ympäristölle erittäin haitallisia. Mekaaninen poistaminen voi taas vaurioittaa esinettä, koska kova täyttö joudutaan irrottamaan käyttämällä apuna poraa ja skalpellia.

Epoksihartsit ovat myös karsinogeenisia ennen kovettumistaan. Niiden kanssa työskennellessä pitää käyttää suojakäsineitä, -vaatetusta sekä huolehtia hyvästä ilmanvaihdosta. Epoksin hiomisessa syntyvä pöly on haitallista jos sitä joutuu keuhkoihin. Tämän takia epoksitäydennyksen hiomisen aikana on pidettävä hengityssuojainta.

Sloveniassa käytin Araldite 2020 epoksihartsia, mutta olen nähnyt kyseisestä hartsista tehtyjä täyttöjä jotka ovat kellastuneet hyvin voimakkaasti lyhyessä ajassa. Hollannissa työharjoittelussa ollessani minulle suositeltiin Fynebond-epoksihartsia<sup>3</sup> lasin konservoin-

---

<sup>2</sup> Epoksin kutistuminen on noin 1 % luokkaan. (Koob Stephen 2006, 90).

<sup>3</sup> Fyne Conservation Services. Käyttöturvallisuustiedotteet.

tiin, koska sen kellastumisominaisuudet pitäisi olla huomattavasti paremmat kuin Aralditen. Tutustuin kuitenkin lasin konservoinnissa käytettyjen hartsien kellastumista koskeviin tutkimuksiin ja niissä Hxtal NYL-1 epoksihartsin kellastumista pidettiin vähäisimpänä (Bechoux & Calonne & Totelin 2011,)( Down Jane 1985, 168-169). Itse koen kuitenkin kyseisen epoksin hieman ongelmallisena käytössä, koska sillä on todella pitkä kovettumisaika: seitsemän vuorokautta.

Vaikka lasin konservoinnissa käytetyillä epoksihartseilla on lasia lähellä olevat taitekerroimet, ne kuitenkin vaihtelevat lievästi. Eri lasilaaduilla kertoimet myös vaihtelevat. Jos mahdollista, niin tämä tulisi huomioida lasin konservoinnissa. Hxtal NYL-1:n taitekerroin on hyvin lähellä soodallasin kerrointa, kun taas Fynebondilla kerroin on lähempänä lyijylasin taitekerrointa (Koob Stephen 2006, 75).

Tässä työssä päädyin käytännön syistä valitsemaan Fynebond- epoksihartsin, koska minulla oli kyseistä hartsia valmiiksi ja minulla on kokemusta sen kanssa työskentelystä. Olen myös saanut sillä hyviä tuloksia. Fynebond kovettuu muutamissa päivissä, jolloin esimerkkitemplausten tuloksetkin saadaan nopeasti.

### 2.1.3 Epoksin värjääminen

Esineet eivät ole aina täysin kirkasta tai väritöntä lasia. Silloin epoksiin pitää lisätä jotain, millä sen väri saadaan vastaamaan esineen väriä. On olemassa epoksille tarkoitettuja värejä, sekä värjäysaineita. Epoksin sekaan voi myös sekoittaa erilaisia pigmenttejä. Epoksiin sekoitetaan väri aina ennen kovetusta ja sen annetaan sekoittua päivä tai pari. Tällöin väristä tulee tasaisempi.

Tutustuin Sloveniassa hartsinvärjäysaineisiin. Niitä käytetään hartsien värjäämiseen, kun halutaan saavuttaa läpikuultava väri. Värjäysaineet ovat kuitenkin ongelmallisia konservoinnissa, koska ne voivat muuttaa väriään, kun epoksiin lisätään kovete. Näin tämän reaktion itse, kun kokeilin niiden käyttöä. Sekoitin värjäysaineen epoksiin ja kovetin koepalan, kun olin saavuttanut mielestäni oikean värin. Kovetteen lisäämisen jälkeen väri kuitenkin muuttui eikä ollutkaan enää sopiva. Testasin kaikki värjäysaineet, jotka olivat minulla käytössä ja huomasin kaikissa niissä saman ongelman. Tein testi

näytteet ja valokuvasin<sup>4</sup> ne ennen ja jälkeen kovetteen lisäämisen (kuvat 1 ja 2). Tämän jälkeen siirryin käyttämään epokseille tarkoitettuja värejä ja pigmenttejä. Enkä suosittele kenellekään hartsinvärjäysaineiden käyttöä konservoinnissa, koska niillä on käytännössä mahdoton saada aikaan juuri haluttua sävyä.



Kuva 1. Värjätyt näytteet ennen kovetusta.



Kuva 2. Näytteet kovetteen lisäämisen jälkeen.

Pigmentit ja epokseille tarkoitetut värit ovat usein turvallisia. Tosin ne voivat haalistua ajan mittaan. Epoksiväreissä on ongelmana myös se, että niiden menekki on usein pientä ja ne vanhentuvat samassa ajassa kuin epoksit. Vanhentuneet värit eivät enää toimi yhtä hyvin ja voivat aiheuttaa ongelmia epoksin kovettumisessa tai kellastumista. Jokaiselle epoksille sopii tietyt värit ja niitä hankkiessa kannattaa tutustua valmistajien suosituksiin, mitkä ovat heidän epoksilleen parhaiten toimivat.

---

<sup>4</sup> Otin kuvat samalla kameralla samoilla asetuksilla, eikä kuvia ole käsitelty.

Pigmentit ovat yleensä turvallisia. Ne voivat olla kuitenkin hyvin isorakeisia ja niitä voi joutua jauhamaan, jotta ne sekoittuvat epoksiin. Pigmenteissä voi olla myös lisäaineita, joita valmistaja ei mainitse ja ne voivat reagoida epoksin kanssa. Itse suosittelen käyttämään lasipigmenttejä<sup>5</sup> epoksin värjäämiseen. Ne eivät reagoi epoksin kanssa ja saattavat jopa suojata sitä kellastumiselta ja värin muutoksilta (Bücker, Raedel, Torge 2011, 16-17).

Värin lisääminen epoksiin kannattaa tehdä hitaasti. Oikean väristä epoksia tulisi aina tehdä enemmän kuin täydennykseen tarvitsee, koska uuden juuri samanvärisen erän sekoittaminen on äärimmäisen vaikeaa. Värjätystä epoksista kannattaa kovettaa testikappale ja varmistaa sen väri, ennen kuin valaa värjätyn epoksin täydennykseen.

#### 2.1.4 Epoksitäydennyksen viimeistely

Täydennystä on käytännössä aina hiukan viimeisteltävä, vaikka valu tehtäisiin kuinka hyvin. Epoksia joutuu useimmiten leikkaamaan, hiomaan tai kiillottamaan. Välillä joutuu myös valamaan epoksia kohtiin, joista puuttuu täydennysmateriaalia tai joihin on jäänyt ilmakupla. Epoksin leikkaamiseen kannattaa käyttää kuumennettua skalpelliä (kuva 3). Kuuma skalpelli leikkaa epoksia kevyesti, jolloin ei tarvitse käyttää paljon voimaa. Tällöin työ on turvallisempaa sekä työntekijälle, että esineelle.



Kuva 3. Skalpellia kuumennetaan sprilampulla.

---

<sup>5</sup> Murskattua värillistä lasia.

Epoksin hiomiseen kannattaa käyttää hiomapapereita tai Micromesh-hiomakangasta. Hiomisella voidaan aikaan saada täydennykseen myös kiiltävä pinta, siirtymällä aina hienompaan ja hienompaan hiomapaperiin. Hiomisessa on kuitenkin suuri riski, että tulee vaurioittaneeksi myös esineen pintaa hiomalla täydennysalueen reunojen yli. Esineen pintaa voi suojata teipillä tai kerroksella helposti liukenevaa liimaa, kuten Paraloid B-72 (Koob Stephen 2006, 86).

Paras tapa kiillottaa epoksitäydennys on kuitenkin lisäämällä ohut kerros epoksia sen pinnalle. Ensin täydennyksen pintaa on hiottava hiukan, jotta epoksi leviää tasaisesti ja pintaan ei jää karheutta. Hiomisen jälkeen pinta puhdistetaan pölystä. Puhtaalle pinnalle levitetään hyvin ohut kerros epoksia esimerkiksi pumpulipuikolla. Tämän jälkeen kiillotettavan alueen päälle venytetään pala käsikiristemuovia<sup>6</sup>, niin että se on tiiviisti pinnassa kiinni, eikä siinä ole ryppyjä tai ilmakuplia. Kun epoksi kovettuu, se jää ohueksi kiiltäväksi kerrokseksi täydennyksen pinnalle.

## 2.2 Muotit

Muottimateriaalin valinnassa on otettava huomioon täydennettävä kohta, täydennyksen muoto ja muottimateriaalien erityispiirteet. Nämä asiat vaikuttavat täydennyksen ulkonäköön ja työn suorittamiseen. Harkituilla valinnoilla voidaan ehkäistä tulevia ongelmia, vähentää täydennyksen tarvitseman viimeistelyn määrää ja helpottaa omaa työskentelyä.

Lasin täydennyksiä tehtäessä, on puuttuva alue rajattava, jotta siihen valettava materiaali saadaan pysymään täydennettävällä alueella ja vastaamaan esineen muotoa. Esineestä voidaan ottaa muotti puuttuvaa aluetta vastaavalta kohdalta tai rajata täydennettävä alue jollain materiaalilla. Muotin tekotapa ja materiaalin valinta riippuu täydennyksen kokoon, muotoon, sekä siihen minkälainen pinta täydennykselle halutaan saada.

Muotin ottamisessa on hyvin olennaista kohta, mistä muotti otetaan. Sen on vastattava täydennettävän kohdan muotoa mahdollisimman hyvin. Esimerkiksi maljakon pinnassa, keskellä olevaan vaurioon, muotti kannattaa ottaa samalta korkeudelta kuin vaurio. Jos

---

<sup>6</sup> Muutkin joustavat ja sileät muovikalvot käyvät tähän tarkoitukseen.

esineessä on taas koristeita tai esim. purkissa reunassa kierteet, kannattaa huomioida että muotti sopii myös niihin. (Davidson 1989, fig. 3)

### 2.2.1 Muottimateriaalit

Muottimateriaaleja on todella paljon. Useita materiaaleja joita konservaattorit käyttävät muidenkin materiaalien kanssa, on käytetty myös lasin konservoinnissa. Lasin täydennykseen on käytetty mm. teippiä, hammaslääkärintavahaa, muottisilikoneja, sekä muovikalvoja.

Hammaslääkärintava<sup>7</sup> on edullista ja helppokäyttöistä, mutta lasin täydennyksien tekoon se ei ole paras materiaali. Ensinnäkin se voi värjätä täydennysmateriaalina usein käytetyn epoksin ja se tarttuu siihen ilman irrotusainetta. Se jättää täydennyksen pinnan matakse, eikä lasimaisen kiiltäväksi. Hammaslääkärintavahaa on myös vaikea kiinnittää tarkasti esineen pintaan, niin ettei se painuisi täydennettävän alueen sisään tai jättäisi täydennyksen reunoille alueita, joissa epoksi pääsee valumaan esineen pinnalle tai pahimmassa tapauksessa muotista ulos.

Teippi on lasin konservoinnissa käytännöllinen, jos täydennettävä alue on pieni ja melko tasaisella pinnalla. Tämänlaisia tapauksia ovat esimerkiksi halkeamien viereen usein jäävät halkeaman muotoa seuraavat puutosalueet. Teippi on kuitenkin testattava etukäteen, jotta varmistutaan, ettei siinä oleva liima estä epoksihartsia kovettumasta tai jätä täydennyksen pintaa matakse. Teipin käytön tekee helpoksi se, että sitä ei tarvitse erikseen liimata lasin pinnalle, vaan se kiinnittyy itse. Teippi ei kuitenkaan sovellu täydennyksiin, joissa tarvitaan suljettua muottia, koska sen läpi on hyvin vaikea injektoida epoksia rikkomatta teippiä.

Läpinäkyvät muovikalvot ovat hyvä valinta lasin täydennykseen. Ne ovat luonnostaan usein suoria, mutta taipuisia. Niitä voidaan käyttää joko suoralla pinnalla tai sitten niitä pitää muotoilla pintaan sopiviksi. Erityisen hyvin lasin konservointiin sopii paksuhko Melinex-kalvo (Dupont Teijin films, 2007) ja lämpömuokkautuva pvc-kalvo. Tärkeintä on, että ne ovat pinnaltaan sileitä, jolloin ne jättävät täydennyksen pinnan kiiltäväksi. Eivätkä liimaannu tiukasti epoksiin, jotta ne on mahdollista irrottaa täydennyksestä.

---

<sup>7</sup> Vahalevyjä, joilla voidaan ottaa muotteja. Levyt pehmenevät alhaisissa lämpötiloissa, kuten lämpimässä vedessä ja kovettuvat jäähtyessään. (Associated Dental Products Ltd, 2011)

Läpinäkyvyys helpottaa työntekoa, koska muottia käyttäessä nähdään täydennyksen sisään. Tällöin mahdolliset ongelmat havaitaan jo valuvaiheessa ja niihin voidaan puuttua, jolloin vähennetään loppukäsittelyn määrää. Muottien kiinnittyminen ja tiiviys on helppo tarkistaa, kun lasin ja muotin läpi näkee kuinka silikonin leviää muotin kiinnityspinnalla. Epoksin valussa olevat ongelmat kuten ilmataskut ja –kuplat on myös helppo havaita ja ne voidaan pyrkiä poistamaan. Huono puoli kalvoissa on, että ne toistavat pinnan muotoja huonosti ja niillä on mahdoton muodostaa tiukkoja kulmia tai monimutkaisia muotoja.

Nykyään erilaiset nestemäiset silikonit ovat nousseet suosituksi materiaaleiksi lasin täydentämisessä. Silikonin etuja ovat, että se toistavat pinnan muodot hyvin ja jättävät täydennyksen pinnan lasimaisen kiiltäväksi. Se sopii valumateriaaliksi epoksille ja sillä voi toistaa hyvin monimutkaisiakin muotoja. Useimmiten silikonimuotit ovat läpinäkyvyyttä, mutta Koob suosittelee kirjassaan<sup>8</sup> myös kokeilemaan läpinäkyvää silikonin. Omasta mielestäni siitä on kuitenkin hyvin hankala nähdä kunnolla läpi. Kun halutaan hyvä näkyvyys muotin sisään, kannattaa materiaaliksi valita mieluummin läpinäkyvä muovikalvo.

Lasissa olevat vauriot vaativat usein kaksiosaisen muotin käyttöä. Muotit voivat olla samaa materiaalia, mutta useimmiten paras hyöty saadaan, kun täydennykseen käytetään kahta erilaista muottimateriaalia. Näin voidaan yhdistää esim. muovikalvon läpinäkyvyys ja silikonin pinnan toistavuus. Muotin sisällä olevien ongelmien näkemistä myös helpottaa, kun toinen muoteista ei ole läpinäkyvää materiaalia.

### 2.2.2 Muottimateriaalien valinta esimerkkeihin

Valitsin tähän työhön ne materiaalit, jotka ovat samankaltaisia kuin Lematjicin tekniikassa ja olen itse havainnut hyväksi lasin täydennysten teossa, sekä joita minulla oli helposti saatavilla.

Muottimateriaalien on sovelluttava epoksihartseille, koska se on tässä työssä käytetty valumateriaali. Kyseiset materiaalit eivät saa liimaantua kiinni epoksiin, eikä tarttua liian tiukasti lasiin ja niiden on jätettävä täydennyksen pinta lasimaisen kiiltäväksi. On

---

<sup>8</sup> Conservation and care of glass objects.

myös olennaista, että ne pitävät muotonsa, mutta ovat jonkin verran joustavia, jotta ne on mahdollista irrottaa lasista helposti ja sovittaa täydennettävälle alueelle. Niiden on myös oltava mahdollista kiinnittää lasiin nestemäisen silikonin avulla. Materiaalit jotka valitsin ovat nestemäinen muottisilikoni<sup>9</sup> ja sen paksunnosaine<sup>10</sup>, Melinex- kalvo<sup>11</sup> ja lämpömuokkautuva PVC-kalvo<sup>12</sup>.

Kun palasin Suomeen aloin miettiä, miten saisin käsiini Sloveniassa käyttämiäni materiaaleja. Sain kuitenkin huomata, että juuri samoja materiaaleja ei ollut täällä saatavilla. Otin yhteyttä samankaltaisia materiaaleja toimittaviin yrityksiin ja testasin heidän tuotteitaan. Lopulta löysin silikonin, joka soveltuu tekniikkaan. Läpinäkyvän muottikalvon etsintä jäi tämän työn aikana kesken, johtuen siitä, että kalvoa toimittava yritys ei toiminut minulle testimateriaaleja ajoissa. Onneksi ohjaajani oli kuitenkin antanut minulle kyseistä kalvoa harjoitteluni loppuessa mukaan Suomeen. Joten minulla oli tarvittavia materiaaleja kuitenkin tarpeeksi tätä työtä varten.

### 2.2.3 Muottisilikonin valinta

Käytin Sloveniassa silikonin, jota en ollut aikaisemmin käyttänyt. Käytin sitä myös tavalla, jota minulle ei oltu aikaisemmin opetettu. Olin aikaisemmin valanut muotit niin, että nestemäistä silikonin oli kaadettu valettavan kohdan päälle rajatussa astiassa ja muottiin oli tehty valutiet epoksin valamista varten. Lemantjic taas teki muottinsa eri tavalla. Hän teki tasaisen muotin esineen pinnalle käyttämällä hyväksi silikonin paksunnosainetta. Koska hän myös injektoi epoksin muottiin läpinäkyvän muovikalvon läpi, ei valukanavia tarvinnut tehdä silikonin. Tällöin säästyttiin työltä, joka kului valukanavien tekoon. Valukohdista tuli myös huomattavasti pienemmät ja niiden viimeistely oli huomattavasti helpompaa.

Palattuani Suomeen aloin etsiä, mistä saisi tilata Sloveniassa käyttämäni muottisilikonin<sup>13</sup>. En kuitenkaan löytänyt paikkaa, josta voisin juuri samaa silikonin tilata Suomeen, joten päädyin etsimään tuotteen, joka toimisi mahdollisimman samalla tavoin. Vaikka

---

<sup>9</sup> M4601

<sup>10</sup> Stab. 43

<sup>11</sup> Materiaali PET. Työssä käytetyn kalvon paksuus on 0.17 mm. (Dupont Teijin films 2007.)

<sup>12</sup> Kyseisen kalvon paksuus on 0.18 mm

<sup>13</sup> Kōraform K-31



en löytänyt käyttämäni silikonin jälleenmyyjää, niin löysin kuitenkin sen käyttöturvallisuuksiedotteen. Löysin myös Suomessa toimivan yrityksen, Kevra Oyn, joka myy erilaisia muottisilikoneja. Tutkin myynnissä Kevralla olevien silikonien käyttöturvallisuuksiedotteita ja valitsin heidän valikoimistaan kaksi erilaista silikonia<sup>14</sup>, jota päätin testata. Toinen silikoneista oli koulussa jo aikaisemmin käyttämäni ja toinen oli taas ominaisuuksiltaan hyvin samankaltainen, kuin Sloveniassa käyttämäni. Tilasin samasta yrityksestä myös silikonin paksunnosaineen. (Wacker Chemie AG 2007. Tekniset esitteet A ja B) (Wacker Chemie AG 2003. )(Scabro 2008)

Tein testejä silikoneilla ja havaitsin, että molemmat silikonit soveltuivat hyvin muottikäyttöön, mutta toinen silikoneista ei reagoinut mitenkään paksunnosaineeseen. Parempi silikonin soveltui muiltakin ominaisuuksiltaan hyvin kyseisen tekniikan käyttöön, joten totesin, että muu testaus kyseisillä aineilla ei ollut tarpeen. Löysin tätä työtä tehdessäni myös tietoa, jonka valossa kyseinen materiaali on jopa parempi kuin harjoittelussa käyttämäni silikoni. Koska sen kovete oli värillistä, oli helppo nähdä milloin silikoni oli kunnolla sekoitettu. Silikonin kanssa ei myöskään tarvinnut erillistä irroitusainetta, kun tuoretta silikonia kaadettiin jo kovettuneelle silikonille. Silikonit tarttuivat toisiinsa, mutta ne sai kuitenkin irti helposti rikkomatta muotteja.

Otin Sloveniasta mukaan siellä tekemäni muotit, jotta voisin käyttää niitä kertoessani tekniikasta myöhemmin. Huomasin kuitenkin myöhemmin, että muotit olivat kellastuneet voimakkaasti kohdista, jotka olivat olleet kosketuksissa epoksin kanssa. Kuulin myös Sloveniassa toiselta työpaikallani olleelta harjoittelijalta, että hän oli havainnut kellastumisongelmia epoksissa, joka oli valettu kyseisestä silikonista tehtyyn muottiin. Ohjaajani kertoi myös, että silikoni voi tarttua voimakkaasti esineen pintaan, varsinkin jos silikoni laitetaan alueelle, jossa se on jo aikaisemmin ollut. Minulla oli epäily, että silikonin nämä ongelmat johtuivat kyseisessä silikonissa olevista tekijöistä.

Löysin kuitenkin näille ilmiöille selityksen Andras Morgosin, Jozsef Nagyn ja Laszlone Palossyn kirjoittamasta artikkelista, jossa he olivat tutkineet additioverkottuvien ja kondensaatioverkottuvien silikonien ominaisuuksia antiikkilasiesineiden muotin ottamisessa. He olivat havainneet, että kondensaatioverkottuvat silikonit voivat tarttua liian tiukasti kosketuksissa olevaan pintaan ja kovettuessaan ne saattavat erittää aineita, jotka

---

<sup>14</sup> Kondensaatioverkottuva muottisilikoni M4601 ja additioverkottuva muottisilikoni M4440.

voivat reagoida valuhartsin kanssa. He suosittelivat käyttämään muottimateriaaleina additioverkottuvia silikoneja, joilla näitä haittavaikutuksia ei ole. Nämä silikonit eivät aina kovetu, jos ne ovat kosketuksissa niille epäsuotuisiin materiaaleihin, kuten muoviluvahaan. Tosin tämä ongelma on helppo estää testaamalla materiaalit ennen varsinaisen työn aloittamista. (Morgos, Nagy, Palossy 1984, 18-20)

#### 2.2.4 Silikonimuotin valmistustavat

Silikonimuotti voidaan valmistaa kahdella tavalla: kaatamalla nestemäistä silikonista rajatulle alueelle tai levittämällä paksunnettua silikonista tasaiseksi kerrokseksi esineen pinnalle. Nestemäisen silikonin kaataminen on nopeaa, mutta valukohta on rajattava, jotta silikonin valu pois esineen pinnalta. Tällä tavalla saadut muotit ovat epätasaisia paksuudeltaan ja niiden tekemiseen menee enemmän kallista materiaalia. Jos muotista ei tehdä avointa, on siihen myös tehtävä valutiet, jotta epoksi saadaan muottiin sisään ja ilma ulos.

Teksteissä, joissa Lematjic kuvailee tekniikkansa, hän ei kuvaile muiden kuin läpinäkyvänmuotin valmistusta käytännössä ollenkaan. Silikonimuotin valmistustapa on kuitenkin tärkeä osa tätä tekniikkaa ja sen onnistumista. Hänellä on oma tapansa, jolla hän valmistaa silikonimuotit ja hän neuvoi tässä mainitsemani tavan minulle. En ole lähteistäni löytänyt toista konservaattoria, joka tekisi silikonimuottinsa näin. Tapa on kuitenkin yleisesti käytössä ja tunnettu muiden muotteja käyttävien ammattilaisten, kuten kuvanveistäjien, keskuudessa.

Ensin alueelle, josta muotti otetaan, sivellään nestemäistä silikonista. Tämä estää kuplien muodostumisen muotin pintaan. Jos ilmataskuja tai kuplia jää, niin ne usein ovat tämän silikonikerroksen alla, eivätkä välttämättä vaikuta lopullisen valun ulkonäköön. Tämän jälkeen silikonin lisätään paksunnosainetta, joka muuttaa silikonin valumattomaksi ja tahnamaiseksi. Tällöin se on helppo levittää jopa melkein pystysuoralle pinnalle ilman, että se valuu pois. Silikoni hivutetaan spatulalla varovaisesti esineen pinnalle, niin että pyritään välttämään ilmataskujen jääminen silikonin alle. Lopuksi silikonimuotin tausta tasoitetaan.

Muotin paksuus kannattaa olla n. 5 mm ja sen tulisi olla mahdollisimman tasainen. Tällöin muotti pitää muotonsa, mutta on jonkin verran joustava. Jos muotti on liian ohut, se ei pysy muodossaan ja silloin täydennyskään ei tule olemaan oikean muotoinen. Liian paksu muotti on hyvin vaikea sovittaa täydennettävälle alueelle ja kiinnittää siihen. Vaikka esineet olisivat symmetrisiä, niin puhalletuissa lasiesineissä on kuitenkin usein se ongelma, että niiden muodoissa on pieniä eroja esineen eri puolilla.

Muotin tasainen tausta helpottaa myös muotin kiinnitystä esineeseen. Puristimet pysyvät paremmin paikoillaan, kun muotin tausta on tasainen. Muuten puristimet tai painot saattavat liuttaa muotin eri asentoon, kuin se on asetettu.

#### 2.2.5 Läpinäkyvän muotin valmistus

Tämän muotin valmistustapa on Lemantjic Goratzn kehittämä ja opin sen työharjoittelussa ollessani. Tavallisesti tässä tekniikassa käytettävää kalvoa käytetään isoissa koneissa, jossa imun ja lämmön avulla ne muotoillaan halutun muotoisiksi. Lemantjic kuitenkin keksi, että kalvoa voi muokata myös hyväksi käyttäen lämpöpuhallinta ja kipsimuotteja.



Kuva 4. Vasemmalta oikealle: esine, silikonimuotti esineestä (negatiivi), kipsiposiitivi ja kipsi negatiivi.

Esineestä otetaan kaksi silikonimuottia, vaurioita vastaavan alueen molemmilta puolilta. Toinen muoteista käytetään silikonimuottina ja toista käytetään läpinäkyvän muotin teossa. Silikonimuotista tehdään kipsillä esineen positiivi, jonka avulla lämpömuokkautuva kalvo muotoillaan (kuva 4). Läpinäkyvää muottia ei voi tehdä suoraan esineen

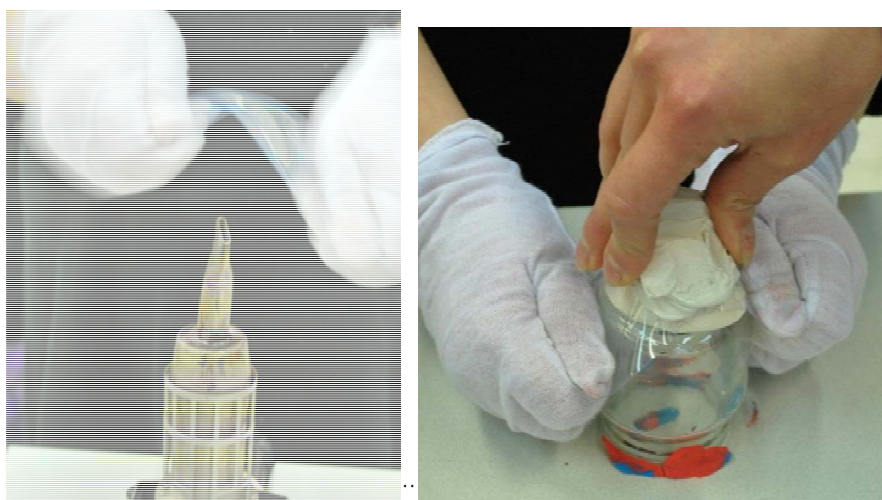
päälle muotoilemalla, koska lämpö ja muotin venyttämiseen tarvittava voima voivat helposti rikkoa esineen.



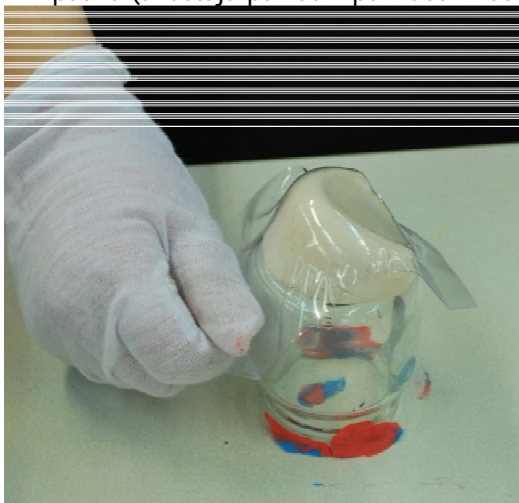
Kuva 5. Kipsituki valuttu silikonimuotin päälle.

Koska silikonimuoteista tehdään suhteellisen ohuet ne voivat taipua, kun niihin kaadetaan kipsiä. Tämä voidaan estää levittämällä niiden taustalle kerroskipsiä, ennen kuin ne irrotetaan esineestä (kuva 5). Tämä kipsikerros tukee muottia, kun siihen kaadetaan kipsiä positiivia varten. Muuten muotti voi taipua kipsin painosta, jolloin positiivista tulee väärän muotoinen. Tällöin myös sen avulla tehtävät läpinäkyvät muotit ovat väärän muotoisia.

Kun kipsipositiivi on valettu ja kipsi kovettunut, voidaan sen pintaa vielä käsitellä, jos muotti sitä tarvitsee. Kipsissä olevat kuopat voidaan täyttää ja sen pinta hioa tasaiseksi. Tämän jälkeen positiivi on periaatteessa valmis käytettäväksi läpinäkyvän muotin tekoon.



Kuva 6. Kalvon lämmitys kuumailmapuhaltimella (vas.) ja kuuman kalvon asettaminen muotin päälle (avustaja painaa kipsimuotin vastakappaletta positiivin päälle)



Kuva 7. Muotoiltu kalvo kipsipositiivin päällä.

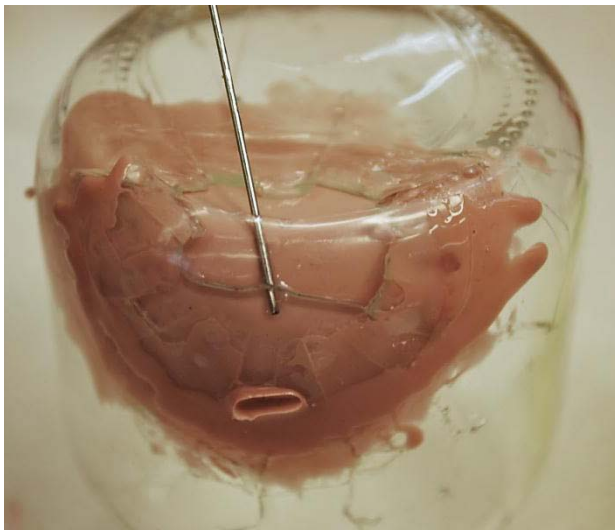
Läpinäkyvä muotti muodostetaan venyttämällä lämpömuovautuvaa kalvoa kipsipositiivin päälle. Kalvosta leikataan sopiva pala. Palan pitää olla isompi kuin täydennettävä alue ja siinä on oltava tilaa reunoilla, jotta siitä saa hyvän otteen. Palan ei tulisi olla kuitenkaan liian iso koska muuten se on vaikea painaa tiiviisti positiivia vasten. Leikattu pala lämmitetään lämpöpuhaltimella ja pehmennyt kalvo venytetään kipsipositiivin päälle (kuva 6 ja 7).

Joskus esineen muoto ei ole kuitenkaan kovin yksinkertainen ja silloin positiiville pitää tehdä kipsistä vastakappale. Näitä yhteen painamalla saadaan läpinäkyvälle muotille oikea muoto. Vastakappale valetaan kipsipositiivin pinnalle. Ensin kipsipositiivin pinta kannattaa hioa kevyesti vesihiomapaperilla veden alla, jolloin sen pinta on todella sileä. Sen jälkeen kipsiin sivellään saippuaa eristeaineeksi<sup>15</sup>, koska muuten kipsiosat tarttuvat toisiinsa. Kipsiä kaadetaan positiivin päälle. Läpinäkyvämuotti muotoillaan kipsiosien väliin. Kaksipuolista kipsimuottia käytettäessä tarvitaan toinen henkilö asettamaan kalvo kipsipositiiville ja toinen asettamaan toinen puolisko kipsimuoteista tiiviisti toisen päälle.

<sup>15</sup> Saippuana käy esimerkiksi nestemäinen tiskiaine tai mäntysuopa. Saippuaa kannattaa sivellä useita kerroksia, jotta se on levittynyt tasaisesti kipsipinnalle ja pinnasta on tullut tiivis.

### 2.2.6 Avoin vai suljettu muotti?

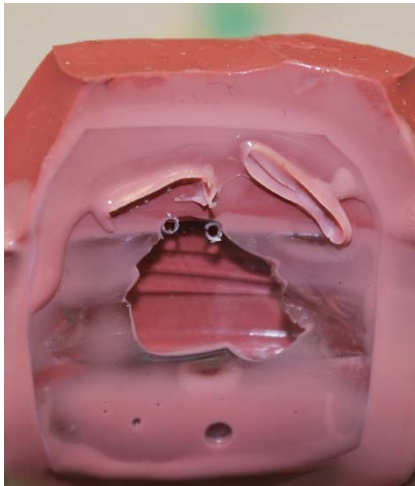
Avoin muotti on muotti, joka ei luo suljettua tilaa täydennysalueelle. Suljettu muotti taas rajaa täydennettävän alueen kokonaan ja epoksin valamista ja ilman poistumista varten on tehtävä reiät muottiin. Molemmissa muoteissa on selkeitä etuja ja haittoja, jotka kannattaa ottaa huomioon ennen muottien valmistamisen aloittamista. Kysymys siitä, kumpi muottitekniikka valitaan, tulee eteen useimmiten esineen reunassa olevien vaurioiden kohdalla. Kun esineessä on vaurio materiaalin keskellä, on käytännössä aina parempi valita suljettu muotti.



Kuva 8. Avoin muotti, johon valetaan epoksia.

Avoimen muotin etuja, on että epoksihartsi on helppo valaa muotin sisään (kuva 8). Muottiin ei tarvitse tehdä reikiä valua varten ja epoksia voidaan kaataa muottiin hie-  
man ylimääräistä, jotta muottia ei tarvitse uudelleen täyttää kun epoksi kutistuu kovet-  
tuessaan. Muotiin mahdollisesti jääviin ilmataskuihin ja kupliin on myös helppo päästä  
käsiksi ja ne saadaan helposti ohjattua ulos esimerkiksi epoksin injektointiin käytetyllä  
ruiskuneulalla. Avonaisessa muotissa on myös helpompi hallita muottien etäisyyttä,  
jolloin täydennys saadaan vastaamaan parhaiten esineen muotoa.

Epoksihartsilla on jonkin verran pintajännitystä ja se ei noudata pinnan muotoja niiltä  
osilta, missä muotti on auki. Tämän takia isoissa suorien pintojen täydyissä kannattaa  
valita kaksipuolinen muotti. Jos vaurio on reunassa voi muotti olla avonainen, mutta  
esineen keskellä olevissa vaurioissa kannattaa useimmiten valita suljettu muotti.



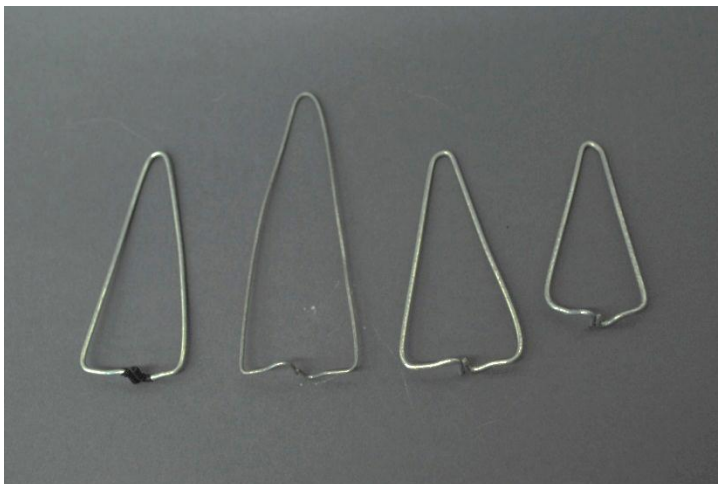
Kuva 9. Suljettumuotti, jossa valureiät. (ennen epoksin valua)

Suljetun muotin valinta vähentää viimeistelyn määrää. Jos suljettu muotti on oikean muotoinen ja valu onnistuu, tuloksena on täydennys, jonka ainoa viimeistely on valureikien jättämien jälkien käsittely (kuva 9).

Selkein tapaus, missä avonainen muotti on ehdottomasti järkevin valinta, on esineet joissa vaurio on reunassa ja reuna on joko hiottu tai leikattu. Tällöin esineen reuna on suora ja täydennys voidaan helposti leikata reunan tasolle kuumalla skalpellilla. Tämä toimenpide ei vaadi voimaa, joka rasittaisi esinettä ja on helppo kohdistaa pelkkään täyttöön, jolloin esineen pintaa ei vaurioiteta. (Lemantjic Goratz 2011.)

#### 2.2.7 Muottien kiinnitys

Muotit on pakko kiinnittää esineeseen, koska muuten niihin valettava materiaali ei pysyisi muotin sisällä. Muotit on mahdollista kiinnittää esimerkiksi helposti liukenevilla liimoilla tai nestemäisellä silikonilla. Itse suosin kuitenkin silikonilla, koska sen tasainen levittäminen on helpompaa ja muotin kiinnitys voidaan varmistaa visuaalisesti. Se myös pysyy hyvin kiinni valun ajan, mutta on helppo irrottaa ilman liuottimia täydennyksen kovettuttua.



Kuva 10. Erikokoisia rautalanka puristimia

Lasiesineet ovat harvoin täysin tasaisia ja muotteja on hyvin hankala kiinnittää pelkkää painovoimaa hyväksi käyttäen. Muotit kannattaa kiinnittää käyttäen puristimia, jolloin kiinnitys on hallittua. Erilaisia puristimia voi ostaa valmiina, mutta ne ovat usein liian voimakkaita lasille ja niiden muoto on hyvin rajoitettu. Lemantjic opetti tavan tehdä itse tekniikkaan sopivia pieniä puristimia rautalangasta<sup>16</sup>. Nämä puristimet ovat hyvin nopeita tehdä, niiden kokoa ja puristus voimaa voi säädellä ja ne ovat hyvin edullisia (kuva 10).



Kuva 11. Puristin, jonka päät on päällystetty kutistemuovisukalla.

Rautalanka voi kuitenkin raapia lasiesinettä, joten puristimien lasiin koskevat kannatta päällystää muovilla. Puristimet voi kastaa epoksiin tai silikonisiin, mutta itse käytän kutistemuovisukkaa<sup>17</sup> (kuva 11).

---

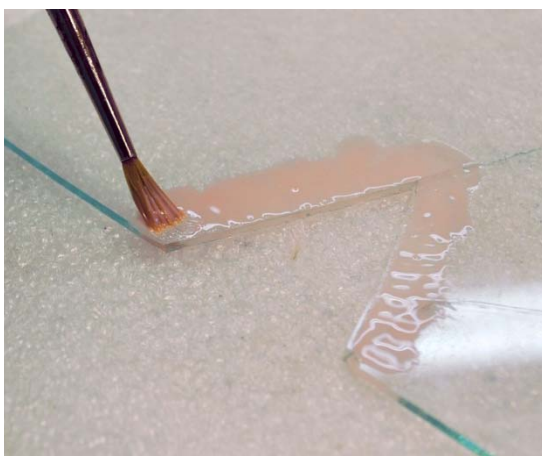
<sup>16</sup> Puristimiin käy esim. 1 mm paksuinen hitsauslanka (Lemantjic 2006, 47).

<sup>17</sup> Kyseessä on muoviputki, joka kutistuu lämmön avulla. Tätä materiaalia käytetään usein sähkökötöissä, joten sitä löytää useimmista rautakaupoista tai sähkötekniikkaan erikoistuneista liikkeistä.



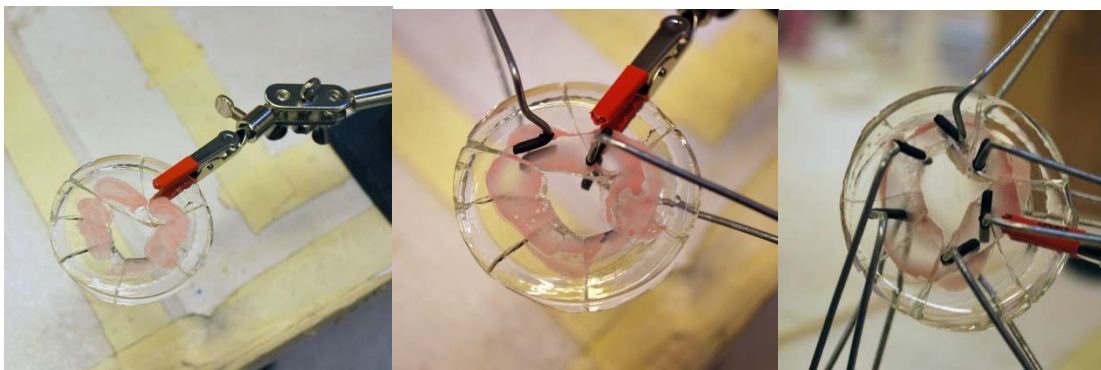
Lemantic opetti myös minulle yksityiskohtaisesti, miten muotit kannattaa kiinnittää ja mitä siinä tulisi huomioida. Seuraava ohjeistus seuraa tekniikkaansa ja hänen Sloveniassa antamia ohjeita.

Muotin varsinainen kiinnitys aloitetaan sovittamalla muotti kiinnitettävälle alueelle. Tällöin kannattaa myös varmistaa, että sen muoto on sopiva täydennettävälle alueelle, jottei myöhemmin tule ongelmia täydennyksen muodon kanssa. Muotti leikataan sopivan kokoiseksi: sen on oltava isompi kuin täydennys alueen, jotta se voidaan kiinnittää, mutta ei liian iso, koska se taas vaikeuttaa kiinnitystä. Muotin kannatta olla n. 5-10 mm täydennettävän alueen reunojen yli. Silikonimuottia kannattaa pienentää hitaasti ja sovittaa välillä täydennettävälle alueelle. Läpinäkyvä muotti voidaan asettaa täydennettävän kohdan päälle ja piirtää siihen terävällä esineellä muotin rajat, joita pitkin leikata. Muottien kanssa ei kannata käyttää kyniä, koska niistä voi jäädä väriä muottiin ja se voi taas siirtyä täydennykseen.



Kuva 12. Nestemäisen silikonin siveleminen muotin kiinnitystä varten.

Muotti kiinnitetään levittämällä nestemäistä silikonista täydennettävän alueen rajoille (kuva 12). Silikonista tarvitaan hyvin ohut kerros ja sitä ei kannata sivellä ihan täydennettävän alueen reunaan asti. Muuten silikonipainuu helposti muotin sisään ja aiheuttaa kolon täydennyksen reunaan.



Kuva 13. Muotti vaakatasossa telineessä (vas.), puristimien asettelu (kes.), puristimet laitettu (vas.)

Kun silikonin on levitetty, esine asetetaan niin että muotti voidaan asettaa kiinnitys pinnalle vaakatasossa (kuva 13). Muuten liukkaan silikonin päälle asetettu muotti liukuu pois paikoiltaan. Kun muotti liikkuu, sen kiinnitykseen käytettävä silikonin leviää täydennyksen sisään. Jos näin käy, on parempi puhdistaa pinnat ja aloittaa muotin kiinnitys alusta.

Kun muotti on asetettu paikoilleen, asetetaan rautalankapuristimia varovasti muotin reunoille (kuva 13). Puristimia asettaessa kannattaa niiden järjestys suunnitella siten, että jokaiseen kohtaan on helppo asettaa puristin ja, että ne eivät estä uusien puristimien asettamista. Useimmiten kannattaa edetä muotin reunasta toiseen. Silikonin leviämisen näkee hyvin lasin läpi ja puristimia laittaessa kannattaa koko ajan tarkkailla, että muotti tulee tiiviisti kiinni esineeseen, mutta silikonin ei puristu täydennyksen sisään.

Kun puristimet ovat paikallaan, voi muotin reunoille levittää nestemäistä silikonin. Tämä toimii ylimääräisenä turvana. Jos epoksi pääsee valumaan täydennettävältä alueelta ulos, tämä ylimääräinen silikonin estää sen valumisen kokonaan pois muotista.

Joskus rautalanka puristimet eivät kuitenkaan toimi, esineen muodon tai muun syyn takia. Silloin konservattori voi käyttää luovuutta ja kiinnittää muotit esimerkiksi kuminauhojen, painojen tai teipin avulla. Jokainen tapaus on aina yksilöllinen ja se tulisi ottaa huomioon myös muottien kiinnityksessä.

### 3 Esimerkit

Tein esimerkkitapauksia muutamista lasille tyypillisistä vaurioista. Valitsin sellaisia vaurioita, joiden käsittelyssä kannattaa selkeästi valita tietty lähestymistapa. Tällöin näitä esimerkkejä voi helposti käyttää hyväksi lasin täydennykseen käytettävien muottien valinnassa.

Esimerkkejä tehdessäni rajasin pois sellaiset tapaukset, joissa alkuperäisestä esineestä on hyvin vähän jäljellä tai täydennettävää osaa vastaava kohta puuttuu. Tällöin esineestä ei löydy aluetta josta saisi otettua muotin, joka sopii suoraan käyttöön. Tällöin joko puuttuva alue pitää muotoilla esineeseen muotin ottamista varten tai esineen muoto täydentää osa kerrallaan. Nämä ovat monimutkaisempia tapauksia ja niiden käsittelyyn ei tämän opinnäytteen puitteissa ollut mahdollisuutta. Niiden käsittelyssä voi kuitenkin soveltaa työssä käytettyjä tekniikoita. Tällöin muotit voidaan ottaa jäljellä olevasta alkuperäisestä materiaalista ja rakentaa kipsistä niiden avulla esineen täydellinen muoto. Tästä muodosta taas voidaan ottaa uusia muotteja, joilla täydennys on mahdollista tehdä kerralla, eikä muotteja ja valuja tarvitse tehdä useassa osassa. (Lemantjic Goratz 2011.)

Valitsin esimerkeissä käytettävät muottimateriaalit ja työtavat, joilla täydennys saadaan mahdollisimman lopulliseen muotoon. Toimin esimerkeissä pääasiassa samojen työtapojen mukaan, kuin Sloveniassa. Joissakin esimerkeissä kuitenkin tein omia ratkaisujani ja sovelsin tekniikan osia, enkä noudattanut sitä orjallisesti alusta loppuun.

Tein esineisiin muotit ja valoin epoksin, mutta en muokannut epoksi täydennyksiä valun jälkeen. halusin arvioida tuloksen, joka saadaan vain kyseisiä muotteja käyttämällä. Täydennyksen valmistuttua arvioin myös tulokset ja mietin oliko käytettävä työtapo ja valitut muotit paras valinta. Jos täydennyksissä ilmeni ongelmia, mietin miksi niitä oli ja millä tavalla olisin voinut toimia toisin.

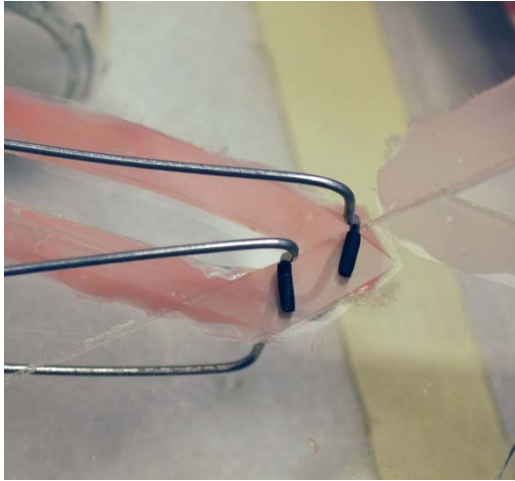
### 3.1 Suora lasipinta

Muottien valinta on melko yksinkertaista kun kyseessä on suora tai loivasti yhteen suuntaan kaartuva lasipinta. Silloin pinnan muoto ei aseta muotille muita vaatimuksia, kuin kiiltävän pinnan toistaminen. Tällöin ei kannata käyttää aikaa silikonimuotin valmistamiseen tai muodon toistamiseen lämpömuokattavassa materiaalissa, vaan valita suoraan Melinex-kalvo. Melinex-kalvo on taipuisaa, joten se voidaan kiinnittää myös loivasti yhteen suuntaan kaartuvaan pintaan. Kyseinen kalvo jättää täytön pinnan hyvin kiiltäväksi, eikä tartu epoksiin. Melinex-kalvo kiinnittyy hyvin lasiin silikonilla.

Pienissä ja kapeissa täydennyksissä voidaan turvautua myös teippiin. Teippi soveltuu vain hyvin kapeisiin täydennysalueisiin ja esimerkkitapaukset olivat molemmat melko leveitä, jolloin näissä tapauksissa oli parempi valita kalvo, josta voidaan leikata tarvittavan kokoinen pala.

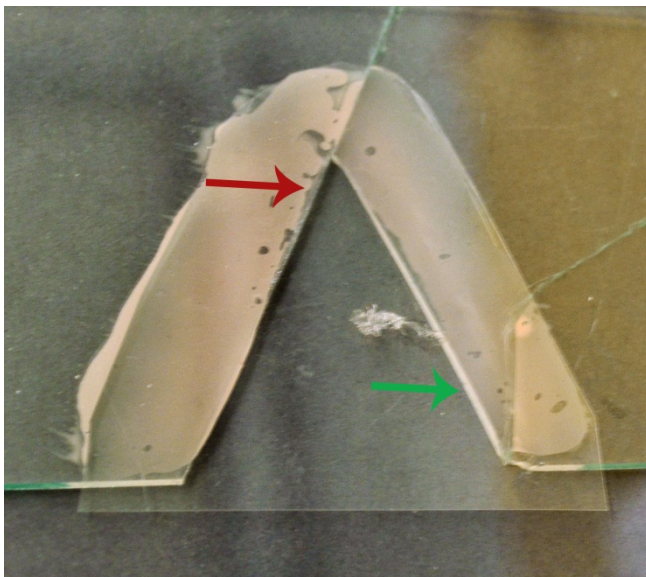


Kuva 14. Lasinpala painona.



Kuva 15. Puristimet

Testasin näistä molemmissa esimerkeissä, riittääkö kalvon kiinnitykseen pelkkä paino<sup>18</sup> (kuva 14) vai onko parempi käyttää Lemantjicin hyväksi toteamia rautalankapuristimia (kuva 15). Kummassakin esimerkissä näkyi selvästi, että painovoiman avulla silikonin levittymistä ei ollut yhtä helppoa hallita kuin puristimilla.



Kuva 16. Painolla kiinnitetty kalvo. Vihreä nuoli: silikonin on levinnyt täydennettävälle alueelle. Punainen nuoli: silikonin ei ole kiinnittänyt muuttia tummalla alueella.

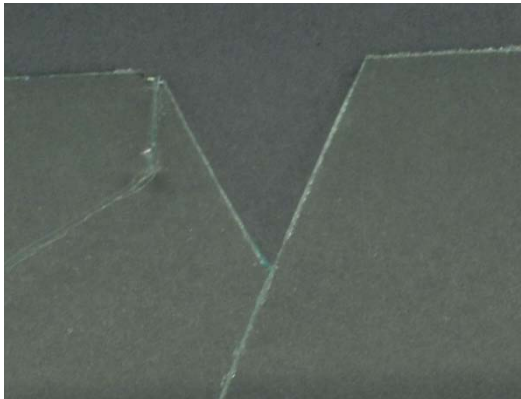
Silikonin on hyvin vaikea saada täysin tasaiseksi kerrokseksi ja tasainen puristus aiheutti sen, että jossain kohdoin silikonin ei liimannut kalvoa tasaisesti, jolloin epoksia pääsi

---

<sup>18</sup> Painona käytin suoraa lasilevyä

lasin pinnalle. Toisissa kohdissa silikonin taas painui täydennysalueen sisään aiheuttaen täydennyksessä kolon, täydennyksen ja lasin reunan (kuva 16). Vaikka kyse on tasaisesta pinnasta, on selkeästi parempi käyttää puristimia, jolloin silikonin liikkeitä voidaan hallita ja muotti saadaan kiinnitettyä tasaisesti esineeseen.

### 3.1.1 Vaurio reunassa



Kuva 17. Vaurio ennen täydennystä.

Tämä vaurio on ehkä yksi helpoimmin käsiteltävissä oleva. Otin esimerkkiesineeksi tarkoituksella lasin palan, jossa reunat oli leikattu suoraan (kuva 17). Samankaltainen tapaus voisi tulla esiin esimerkiksi ikkunalasin kohdalla.



Kuva 18. Silikonilla kiinnitetty Melinex-kalvo.

Kyseisessä tapauksessa valitsin muottimateriaaliksi suoran Melinex-kalvon, vaurion molemmille puolille (kuva 18). Se on läpinäkyvää, mutta sillä saa kuitenkin aikaan todella kiiltävän pinnan. Koska vaurio sijaitsee esineen reunassa, päätin että käytän avointa muottia.

Näillä valinnoilla helpotan työtäni ja säästän aikaa. Silikonimuotin käytölle ei ole perusteita, koska sen tekeminen vie aikaa ja vastaava kiiltävä pinta on helppo aikaan saada Melinexin avulla. Suljettu muotti taas hankaloittaisi työtä turhaan, koska täyttö on helppo muokata kuumalla skalpellilla epoksin kovettuttua. Avoimeen muottiin on myös helppo kaataa valuhartsia ja poistaa valuhartsiin mahdollisesti olevat kuplat.

Leikkasin sopivan kokoiset palat kalvosta ja kiinnitin ne yksi kerrallaan vaurion eri puolille nestemäisellä silikonilla, toisen painon avulla ja toisen puristimilla. Ympäroin vielä muottien reunat nestemäisellä silikonilla, jotta epoksi ei pääsisi vuotamaan ulos.

Asetin esineen niin, että muotin avoin osa oli ylhäällä ja sen reuna suorassa, jotta epoksi pysyy muotissa ja sen yläreuna tulee esineen reunan tasalle. Valoin epoksia täydennettävään tilaan ja jätin sen kovettumaan. Täytin muotin niin, että epoksia oli ylimääräistä, jolloin hartsin kovettumista ei tarvinnut valvoa ja epoksia lisätä sen kutistuessa kovetessaan.



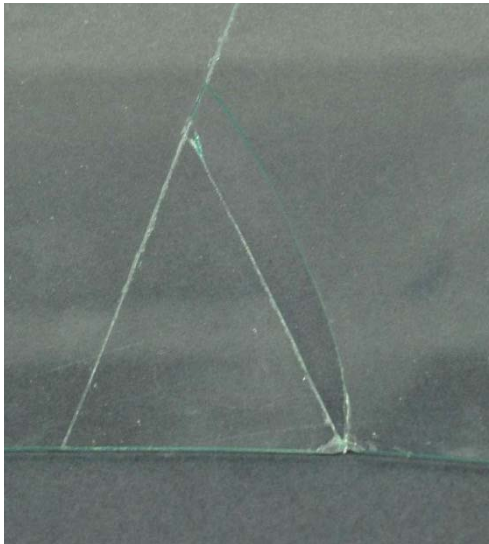
Kuva 19. Valmis täydennys.

Jonkin ajan kuluttua huomasin, että epoksiin oli muodostunut useita pieniä kuplia. Tällöin epoksi oli ehtinyt jo kovettua hieman ja se oli koostumukseltaan geelimäistä. Tämän takia en pystynyt poistamaan kuplia epoksista enää tässä vaiheessa. Kuplia ei



kuitenkaan epoksissa ollut silloin, kun se oli juuri valettu muottiin ja olin varovainen epoksia sekoittaessani. Olen kerran aikaisemminkin kohdannut saman ilmiön, mutta en tiedä selitystä tälle ilmiölle ja vastaavaan en ole kirjallisuudessa törmännyt. Täydennys onnistui hyvin, kuplia huomioon ottamatta (kuva 19).

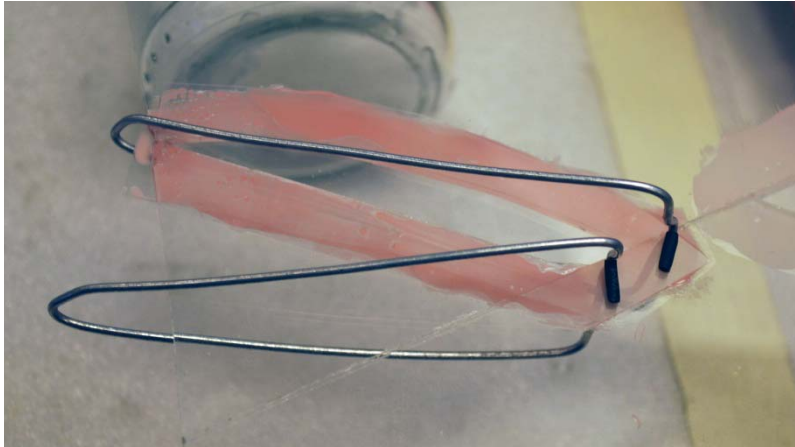
### 3.1.2 Vaurio keskellä



Kuva 20. Vaurio ennen täydennystä.

Tämän kaltaisia vaurioita on usein lasissa, jonka keskelle on osunut isku. Tämä ei ole kovin vaikea tapaus, mutta vaatii kaksipuolisen muotin, jotta lasin paksuus saadaan tasaiseksi. Suurimpia ongelmia näissä tapauksissa voi olla, jos täydennettävä alue on tähtimäisen muotoinen, jolloin siinä on paljon teräviä kulmia, joihin helposti jää ilma-tasku. Tässä esimerkissä oli kuitenkin kyseessä alue, jossa oli kaksi terävää kulmaa, joten tätä ongelmaa ei ollut (kuva 20).





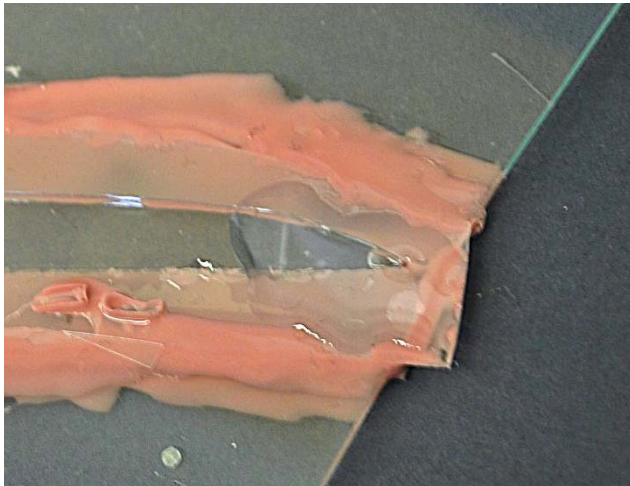
Kuva 21. Puristimien asettaminen muotin kiinnitysvaiheessa



Kuva 22. Silikonilla rajattu muotti, jossa valureikä

Kyseisessä tapauksessa valitsin muottimateriaaliksi suoran Melinex-kalvon, täydennyksen molemmille puolille ja suljetun muotin. Kalvo antaa täydennykseen oikeanlaisen pinnan ja epoksi voidaan injektoida sen läpi. Kalvo kiinnitettiin lasiin nestemäisellä silikonilla (kuva 21) ja muottien reunat sinetöitiin, että epoksi ei pääsisi valumaan muotista ulos (kuva 22).

Tein valureiät läpinäkyvään kalvoon (kuva 22), vaurion terävimpiin reunoihin, koska silloin on helpompi välttää ilmakuplien syntymistä näihin teräviin kohtiin. Injektoin epoksin puuttuvan alueen toisesta kulmasta ja jätin ilmareiän toiseen kulmaan. Jätin kummankin valureiän kohdalla runsaasti ylimääräistä hartsia, jotta hartsin kutistuminen ei saisi aikaan puutosta täydennyksessä.



Kuva 23. Epoksin kovettua, ennen muottien poistamista

Epoksin injektointi sujui hyvin ja puuttuva alue täyttyi, kuten oli tarkoitus. Täydennykseen syntyi kuitenkin muutamia kuplia. Valun aikana syntyneistä kuplista sain muutamman pois muotista ohjaamalla ne lähelle valureikiä taputtelemalla muotin pintaa hellästi ja injektoimalla lisää epoksia muottiin, jolloin kuplat tulivat ulos vastakkaisesta valureiästä. Yritin laittaa valureikien kohdalle tarpeeksi epoksia, joka valuisi muotin sisälle korvaamaan kutistuman aiheuttaman epoksin. Epoksi kuitenkin kutistui enemmän ja toisen valureiän kohdalle jäi kupla (kuva 23). Ongelman voisi estää esimerkiksi tekemällä silikonilla pienen aidan valukohtien ympärille, jolloin niiden kohdalle voisi jättää enemmän epoksia kutistumisen varalta. Muuten tulos oli onnistunut ja täydennys vastasi esineen ulkonäköä (kuva 24).



Kuva 24. Valmis täydennys

### 3.2 Kolmiulotteinen muoto

Kun esineen muoto on monimutkaisempi, on muotinkin valinnassa otettava huomioon useampia asioita. Esineen muoto voi vaikeuttaa muottien kiinnitystä tai epoksin injektointia ja asettaa aina vaatimuksia muotin ominaisuuksille.

Tärkeä on valita huolella paikka, mistä muotit otetaan. Paikan on oltava täydennettävää aluetta vastaava alue, jossa ei ole vaurioita pinnassa. Silikoni toistaa pinnan hyvin tarkasti ja usein jopa liimatut halkeamat tulevat näkyviin muotissa. Tosin läpinäkyvässä muotissa näitä halkeamia ei tule näkyviin, koska ne voidaan hioa pois kipsipositiivista, jolla muodostetaan kyseinen muotti.

Joskus esineestä ei ole jäljellä niin paljon, että siinä olisi muotin ottamista varten tarpeeksi yhtenäistä aluetta. Tällöin puuttuva alue voidaan täydentää osa kerrallaan tai rakentaa kipsistä, savesta tai muusta muovailtavasta materiaalista alue, josta muotit voidaan ottaa. Nämä esimerkit ovat kuitenkin monimutkaisia ja vaativat tapauskohtaista harkintaa. Jätin tällaiset tapaukset tarkoituksella tämän työn ulkopuolelle.



Kuva 25. Lasipurkit ennen hajottamista

Esimerkkiesineiksi valitsin lasipurkkeja (kuva 25). Purkit ovat hyvä esimerkki kolmiulotteisesta lasiesineestä ja koin, että oli työn kannalta selkeää käyttää samanlaisia esineitä. Niitä oli myös helposti saatavilla.



Kuva 26. Lasipurkkien hajottaminen

Hajotin purkit lyömällä niitä vasaralla (kuva 26). Tein purkkien hajottamisen muovipusseissa, jotta terävät lasisirut eivät leviäsi ympäriinsä. Purkkeja oli yllättävän vaikea hajottaa hallitusti. Jouduinkin rikkomaan useampia purkkeja ennen, kuin sain työhön sopivat vauriot aikaiseksi.

### 3.2.1 Vaurio pohjassa



Kuva 27. Ennen työn aloitusta

Tämän esimerkin suurin ongelma johtuu vaurion sijainnista esineessä. Koska vaurio on esineen pohjassa, on sen käsittely hankalaa (kuva 27). Tämä vaikeuttaa ennen kaikkea muottien kiinnitystä. Samanlainen tapaus voisi tulla eteen esimerkiksi pul-  
lon kohdalla.

Muotin kiinnittämiseen käytettävät rautalankapuristimet on käytännössä mahdoton tehdä sellaisiksi, että niillä saisi aikaan muottien kiinnittämiseen tarvittavaa puristusta purkin sisäpuolelle. Muottien kiinnittäminen ulkopuolelle olisi mahdollista käyttämällä hyväksi painovoimaa, mutta kuten tasaisten pintojen esimerkeissä, pelkillä painoilla ei ole kovin helppo hallita silikonin levittymistä.

Tämän esimerkin kohdalla päädyin tekemään irrotettavan täydennyksen ja liimaamaan esineen kokonaan kokoon vasta kuin täydennys oli tehty. Tässä esimerkissä käyttämäni tekniikkaa voi hyödyntää myös silloin, kun esineeseen on päädytty valmistamaan irrotettava täydennys eettisistä syistä.



Kuva 28. Pohja liimattuna, vaurion muoto on nyt selkeästi näkyvillä.

Aloitin täydennyksen teon liimaamalla kokoon puuttuvan alueen viereiset palat Paraloid B-72 -liimalla. Näin sain puuttuvan alueen muodon esille (kuva 28).





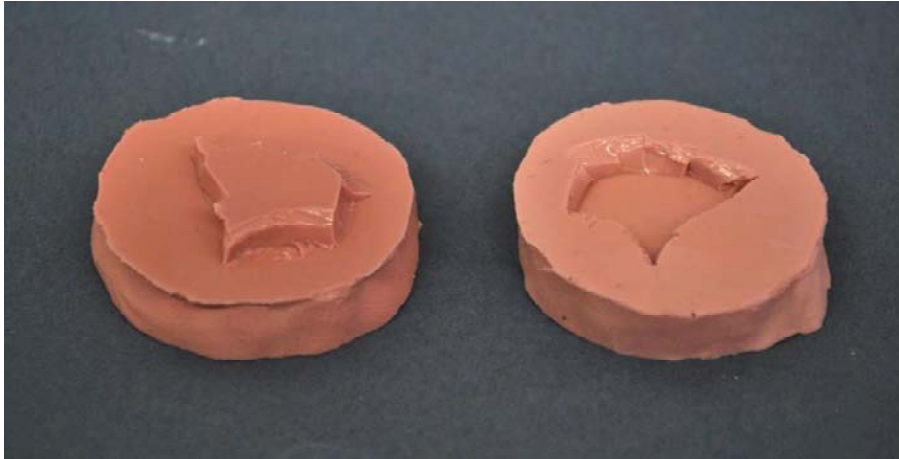
Kuva 29. Muotti kiinnittymässä

Kiinnitin nestemäisellä silikonilla läpinäkyvästä materiaalista tehdyn muotin täydennysalueen toiselle puolelle (kuva 29). Läpinäkyvään muottiin tarvittavan kipsimuotin tein ottamalla muotin toisen samanlaisen esineen pohjasta.



Kuva 30. Silikonin levitys muovailtavaan vaurioon

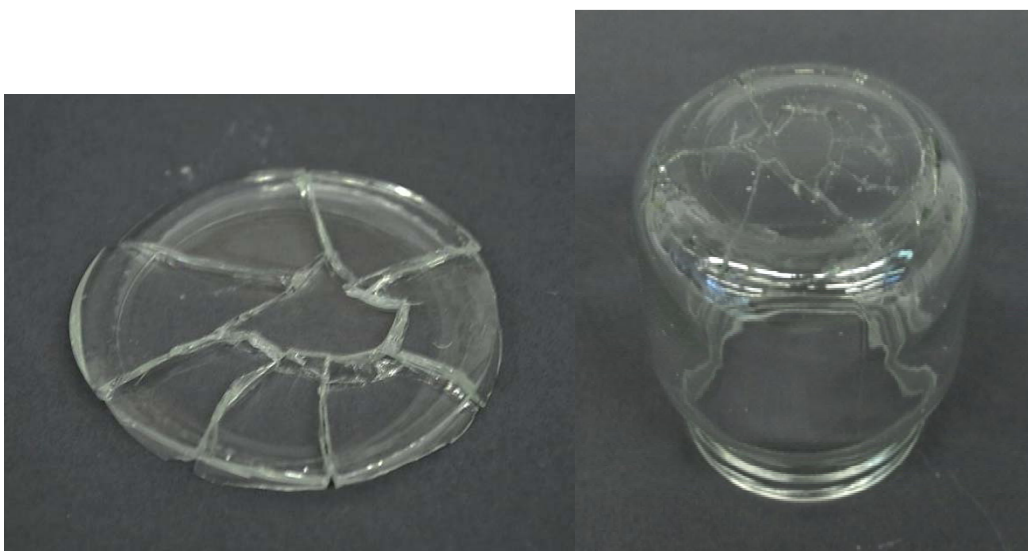
Rajattuani täydennettävän alueen sen toiselta puolelta, valoin siihen nestemäistä silikonია. Olin tehnyt täydennystä ympäröivälle alueelle aidan muovailuvahalla, jotta silikonია ei valuisi pois esineen päältä (kuva 30). Koska pohja oli melko suora, ei mielestäni silikonin paksuntamiselle ollut tarvetta.



Kuva 31. Vauriosta otettu silikonimuotti (vas.) ja siitä otettu vaurion valumuotti (oik.)

Kun olin saanut otettua silikonimuotin vauriosta, tein muovailuvahasta aidan silikonin ympärille. Tämän alueen sisään valoin nestemäistä silikonista, jolloin sain muotin vaurion muodosta (kuva 31). Tähän muottiin valoin epoksihartsia. Kovetuttuaan tämän epoksin muodon tulisi vastata puuttuvaa aluetta eli toimia irrotettavana täydennyksenä.

Olisin voinut kiinnittää silikonimuotin päälle läpinäkyvän muotin, jolloin täydennyksen molemmat puolet olisivat vastanneet täydellisesti puuttuvaa palasta. Jätin tämän kuitenkin tekemättä, koska puuttuva osa oli melko tasainen ja siinä oli paljon kulmia, joihin jää usein ilmataskuja suljetussa muotissa. Kun valoin epoksin avoimeen tilaan pysyitin hallitsemaan sen liikkeitä ja poistamaan syntyneet kuplat.



Kuva 32. Täydennyspala ennen lopullista liimausta (vas.) ja purkki liimattuna kokonaan (oik.)

Täydennyksestä tuli mielestäni erittäin onnistunut. Se sopi hyvin yhteen alkuperäisten palojen kanssa ja sen muoto vastasi esineen muotoa (kuva 32). Ainoa ongelma täydennyksessä oli sen pinta, joka jäi hieman sameaksi toiselta puolelta. Tämä johtui todennäköisimmin siitä, että läpinäkyvä muotti, jolla alue rajattiin, ei ollut täysin puhdas ja sileä pinnaltaan. Kalvon voi puhdistaa veteen tai etanoliin kastetulla pumpulipuikolla.

### 3.2.2 Reunan halkeama



Kuva 33. Vaurio ennen toimenpiteitä

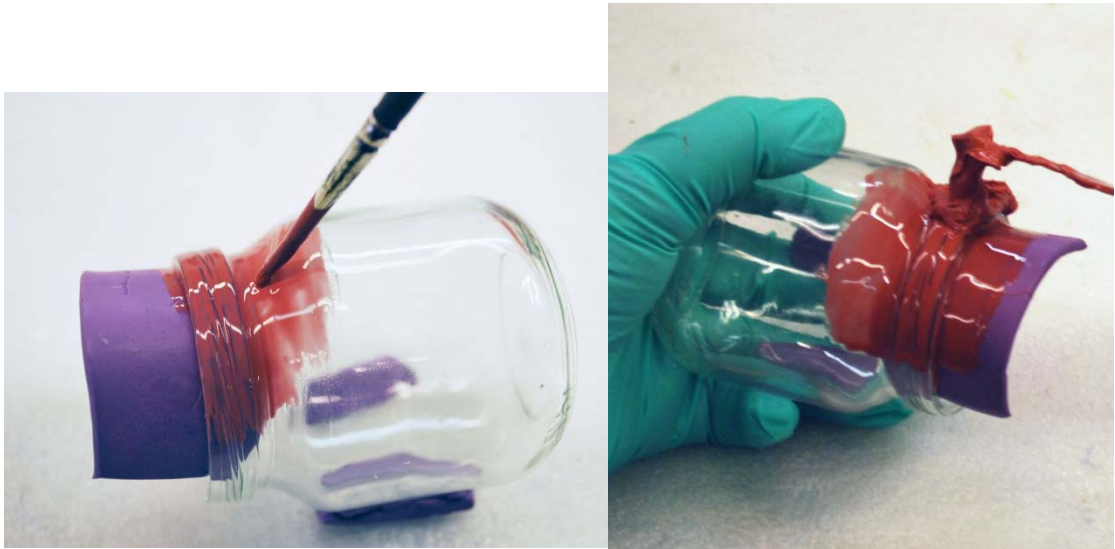
Reunassa olevat halkeamat ovat lasiesineille hyvin tyypillisiä. Niiden muoto vaikuttaa hyvin suuresti muottien valintaan ja niiden käsittelyssä on muutamia erityispiirteitä, mitä ei esineen keskellä olevassa vaurioissa tarvitse huomioida. Valitsin tämän esineen, koska siinä on monia asioita, jotka vaikuttavat muottien valintaan. Ensinnäkin on otettava huomioon reunan muoto ja siinä olevat kolmiulotteiset muodot (kuva 33). Ne saanevat hyvin pitkälle sen, miten tapausta kannattaa lähestyä.

Korjattavan esineen reuna on pyöreä ja kiiltävä, joten valitsin suljetun muotin. Tämä sen takia, että loppukäsittelyä olisi mahdollisimman vähän. Muottimateriaaleiksi valitsin silikonin ja lämpömuokattavan kalvon. Silikonimuotin päädyin laittamaan esineen ulkopinnalle, koska esineen reunassa on kierteet. Tätä muotoa ei ole mahdollista saada lämpömuokattavaan kalvoon. Lämpömuokattavan kalvon taas valitsin sisäpuolelle siksi, koska siellä ei ole monimutkaisia muotoja, joita kalvo ei pystyisi toistamaan. Näin säily-



tän kuitenkin mahdollisuuden nähdä muotin sisälle jolloin on helpompi hallita tilannetta epoksin valamisen aikana.

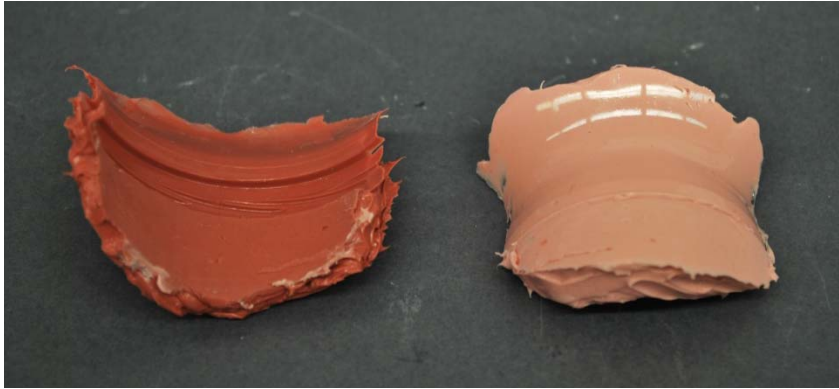
Vaurion muodon takia voisi olla parempi valita avoin muotti, koska siinä on kaksi hyvin terävää kulmaa. Nämä kulmat aiheuttavat voivat aiheuttaa ongelmia, koska niihin jää hyvin helposti ilmakuplia valun aikana. Tämän voisi estää sillä, että valureiät tehtäisiin näiden kulmien kohdalle. Ne ovat kuitenkin esineen ulkopinnalla, johon päädyin laittamaan silikonimuotin.



Kuva 34. Muovailuvaha esineen reunassa ja silikonimuotin tekoa.



Kuva 35. Silikonimuotit esineessä



Kuva 36. Irrotetut silikonimuotit.

Rajasin muovailuvahalla<sup>19</sup> korjattavan esineen reunasta kohdan, jossa muotit tulevat kohtaamaan (kuva 34). Tein silikonimuotin esineen ulkopinnalle (kuva 34) ja sen kovetuttua poistin muovailuvahan. Tein purkin sisäpuolelle silikonista muotin, jolla läpinäkyvä muotti voidaan tehdä (kuva 35). Valoin tämän muotin taustalle kipsituen. Kipsin kovetuttua irrotin molemmat muotit (kuva 36).

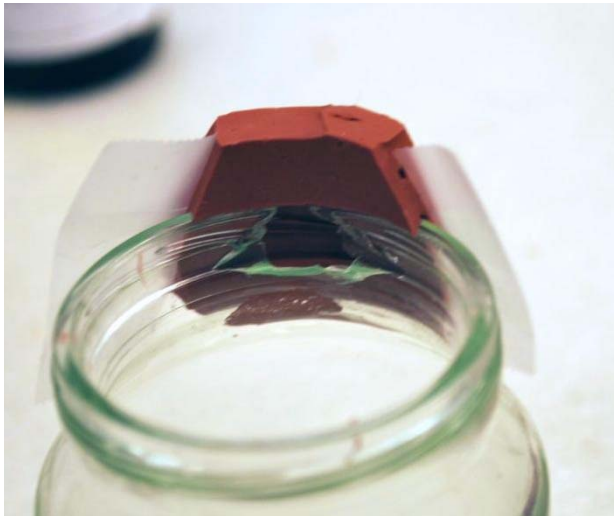


Kuva 37. Kipsipositiivi ja sen vastakappale.

Tein läpinäkyvää muottia varten kipsipositiivin ja sille vielä vastakappaleen, jotta muotista saadaan oikean muotoinen (kuva 37). Lämmitin muovikalvon ja tein läpinäkyvän muotin, tämän jälkeen aloin kiinnittämään muotteja esineeseen.

---

<sup>19</sup> Käytin tavallista muovailuvahaa (Faber-Castell, Modelling clay). Olin testannut aiemmin, että materiaalit toimivat yhdessä.



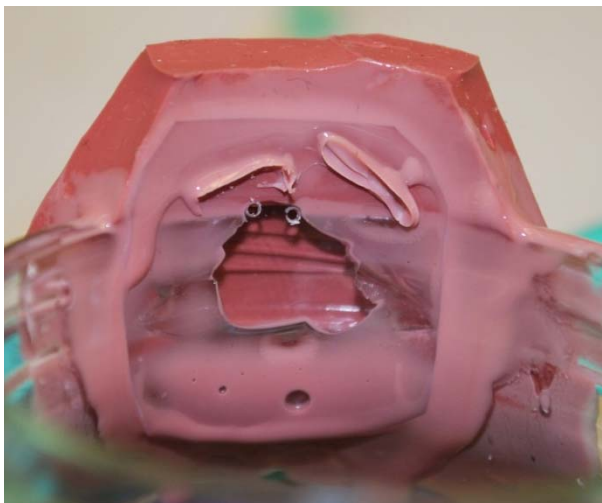
Kuva 38. Valmiiksi leikattu muotti ja teippiohjaimet.

Tässä esimerkissä silikonimuotin oikea sijoitus oli tuloksen kannalta hyvin olennaista, jotta purkin reunan kierteet osuvat oikeaan kohtaan. Asetin kovettuneen silikonin täydennettävälle alueelle ja määritin kohdan, jossa purkin kierteet olivat muotissa oikealla kohdalla. Pienensin muottia pala kerrallaan ja kun sen muoto ja koko oli sopiva, niin tein vielä merkit joiden avulla sen asettaminen oikeaan kohtaan olisi helpompaa. Tämän tein asettamalla lasin pinnalle muotin kummallekin sivulle teipin palan, niin, että ne osoittivat tarkan paikan johon muotti pitäisi asettaa (kuva 38). Tämän jälkeen levitin nestemäistä silikonista täydennettävän alueen reunoille ja asetin muotin varovasti paikoilleen teippipalojen osoittamaan asentoon. Kiinnitin muotin nestemäisellä silikonilla ja asetin metallipuristimet sen reunoihin.



Kuva 39. Muottien kiinnitys.

Silikonin kovetuttua kiinnitin läpinäkyvän muotin esineen sisäpinnalle silikonilla ja rajasin vielä muottien ympäristön silikonilla, jotta epoksi ei pääsisi vuotamaan ulos alueesta (kuva 39).



Kuva 40. Muotit kiinnitetty ja valureiät tehty. Ennen epoksin valua.

Valitsin valureikien paikat läpinäkyvän muotin yläosaan, jossa kaksi muotit kiinnittyvät toisiinsa (kuva 40). Se tuntui ainoalta loogiselta paikalta läpinäkyvän muotin alueella. Yritin valaa epoksin hyvin varovaisesti ja valuttaa sen ohuisiin kulmiin silikonimuotin alueella. Vaikka valureiät olivat melko lähellä toisiaan, sain täydennettyä muotin ilman, että tukin ilmanpoisto reikää.



Kuva 41. Valun jälkeen.

Muotin avattua havaitsin kuitenkin, että epoksi ei ollut valunut aivan alueen terävien reunojen pohjaan ja näihin alueisiin jäi pieni puuttuva alue. Samoin tapahtui reunassa olevien kierteiden kohdalla. Muottiin oli myös päässyt ilmaa, koska en pystynyt valvomaan epoksia koko sen kovettumisajan ja uudelleen täyttämään muottia, kun epoksi kutistuu. Muotin asettelu oli kuitenkin ollut hyvä, koska täydennyksen kierteet osuivat esineen kierteisiin täydellisesti (kuva 41).

Suurimmat ongelmat olisin voinut välttää valitsemalla avoimen silikonimuotin, joka olisi ollut samalla alueella, kuin tässä esimerkissä. Tällöin olisin voinut reagoida muotin sisällä oleviin ilmataskuihin helpommin, eikä minun olisi tarvinnut käyttää aikaa ja vaivaa läpinäkyvän muotin tekemiseen. Auki oleva alue olisi ollut kuitenkin melko pieni ja uskon, että sitä ei olisi tarvinnut käsitellä kovin paljoa, jos ollenkaan jälkeenpäin.

## 4 Yhteenveto

Halusin tässä työssä esitellä sen, mitä olin oppinut harjoitteluissani ja tuoda tämän tiedon saataville helposti myös suomalaisille konservattoreille. Tällöin muutkin voivat kokeilla tekniikoita ja materiaaleja. Kun on tiedossa muiden työtavat ja tekniikat, on niitä mahdollista hyödyntää omassa työssään. Jokaisen konservattorin kannattaa tutustua laajasti oman alansa materiaaleihin, sekä tehdä töitä kyseisten materiaalien kanssa. Vain materiaaleja kokeillessa oppii, miten materiaalit todella käyttäytyvät. Työn jälki paranee, kun oppii huomioimaan asioita, jotka vaikuttavat lopputulokseen.

Mielestäni paras lopputulos saadaan silloin, kun mitään ohjetta ei noudateta orjallisesti alusta loppuun, vaan päätökset tehdään aina tapauskohtaisesti. Erilaisia tekniikoita kannattaa yhdistää ja soveltaa niihin myös muilta aloilta saamaansa tietoa. Tällöin on mahdollista kehittää työtapoja vielä paremmiksi. Kun tuloksia myös raportoidaan ja esitellään, kehittyy myös muiden konservattoreiden osaaminen, sekä koko alamme.

Tässä työssä on useita esimerkkejä, joita voi käyttää hyväksi päätöksenteon apuna. Kaikkien esimerkkien lopputulokset eivät olleet täydellisiä, mutta myös lopputulosten arviointi oli hyvin opettavaista. Esimerkkien avulla pääsin kuitenkin esittelemään materiaalien käyttöä käytännössä. Ja mielestäni ne auttavat luomaan selkeän kuvan oppimastani tekniikasta.

Jouduin valitettavasti rajaamaan työstä pois paljon asioita. Ensinnäkin jouduin rajaamaan sen koskemaan vain tiettyä esineryhmää. Mutta koin, että pois rajaamieni arkeologisten lasiesineiden konservoinnista on kirjoitettu todella paljon. Niille on kehitetty sekä vaihtoehtoisia esittely ja säilytys tapoja, että erilaisia konservointi menetelmiä. Esimerkeissä rajasin isoimmat ja vaikeammat vauriot pois, koska niiden käsittely on monimutkaisempaa ja ne olisivat voineet olla jopa yksinään työn aiheena. Halusin mieluummin esitellä useampia helpompia tapauksia, kuin yhtä monimutkaista.

Työn aikana opin paljon lisää käyttämistäni materiaaleista ja niiden kanssa työskentelestä. Opin myös mitkä työtavat sopivat minulle ja miten minun kannattaa järjestellä omaa työskentelyä, jotta se on tehokasta. Opin myös asioita, mitä missä voisin vielä

parantaa ja kehittyä. Lopputulos on mielestäni selkeä ja toivon, että työstäni on hyötyä myös muille konservaattoreille.

## Lähteet

Bechoux Viviane & Calonne Sophie & Totelin Claude, 2011. Colour Changes of Epoxy Resin Adhesives Used in Glass Restoration by Exposure to NOx Fumes. Julkaisija Canadian Conservation Institute. Symposium: Adhesives and consolidants for conservation: Research and application.

Verkkodokumentti. Luettu 26.2 2012.

[www.cci-icc.gc.ca/symposium/2011/Paper%2033%20-%20Totelin%20et%20al.%20-%20English.pdf](http://www.cci-icc.gc.ca/symposium/2011/Paper%2033%20-%20Totelin%20et%20al.%20-%20English.pdf)

Benrubi Sarah & Van Giffen Astrid & Hanna Natalie & Koob Stephen, 2011. An Old Material, a New Technique: Casting Paraloid B-72 for Filling Losses in Glass. Julkaisija Canadian Conservation Institute. Symposium: Adhesives and consolidants for conservation: Research and application.

Verkkodokumentti. Luettu 26.2 2012.

[www.cci-icc.gc.ca/symposium/2011/Paper%2035%20-%20Koob%20et%20al.%20-%20English.pdf](http://www.cci-icc.gc.ca/symposium/2011/Paper%2035%20-%20Koob%20et%20al.%20-%20English.pdf)

Bücker Michael & Raedel Martina & Torge Manfred, 2011. Adhesives for Stained Glass Windows — Development of a New System for Wide Cracks. Julkaisija Canadian Conservation Institute. Symposium: Adhesives and consolidants for conservation: Research and application.

Verkkodokumentti. Luettu 26.2 2012.

[www.cci-icc.gc.ca/symposium/2011/Paper%2034%20-%20Raedel%20et%20al.%20-%20English.pdf](http://www.cci-icc.gc.ca/symposium/2011/Paper%2034%20-%20Raedel%20et%20al.%20-%20English.pdf)

Davidson Sandra, 1989. Repair and restoration of glass objects. Toimittanut Helle Leena. Konservering av keramik och glas. Helsinki: Yleisjäljennys Oy.

Davidson Sandra & Newton Roy, 1989. Conservation and restoration of glass. First edition. London: Butterworth Publications.

Down Jane, 1985. The yellowing of epoxy resin adhesives: report on high-intensity light aging. Studies in Conservation, number 31. Sivut 159-170

Fontaine Chantal, 1999. Concervation of glass at the Institut Roysl du Patrioine Artistique (Brussels): From the earthquake in Liege to the stained glass of Loppen. Toimittanut Tennent Norman. The Concervation of Glass and Ceramics: Research, Practice and Training. Lontoo: James & James Ltd. Sivut 199-206.

Hayward Florence, 2001. Ceramics and glass section. Toimittanut Watson Jacqui. Conservation News, Number 74, March 2001. York: York Publishing services Ltd. Sivut 15-18.

Jackson Patricia, 1984. Restoration of glass antiques. 7<sup>th</sup> Triennial meeting Copenhagen 10-14 September 1984, Preprints. Editor: Froment Diana. Paris: International Council of museums. Sivut 84.20.13-17.

Koob Stephen, 2006. Conservation and care of glass objects. Lontoo: Archetype Publications Ltd.



Lemantjic Goratz, 2006. Transparent PVC mould: Replacing missing pieces on hollow-glass objects. Toimittanut Gill Lynette. ICON news, issue 3, March 2006 Sivut 46-48

Morgos Andras & Nagy Jozsef & Palossy Laszlone, 1984. New silicone rubber mould-making materials, the addition type silicone rubbers. 7<sup>th</sup> Triennial meeting Copenhagen 10-14 September 1984, Preprints. Editor: Froment Diana. Paris: International Council of museums. Sivut 84.20.18-20.

Risser Erik, 1997. A New Technique fo the Casting of Missing Areas in Glass Restoration. The Journal of Conservation and Museum Studies. Peters, UCL Institute of Archaeology, United Kingdom.

Verkkodokumentti. Luettu 23.1.2012.

<http://www.jcms-journal.com/article/view/jcms.3973/10>

Materiaalien teknisiäesitteitä ja käyttöturvallisuustiedotteita:

Wacker Chemie AG, 2007. Muottisilikoni M4601 tekninen esite A.

Verkkodokumentti. Luettu 14.6.2011.

<http://www.kevra.fi/tuoteluettelodir/attachments/ELASTOSIL%20M%204601.en.07.pdf>

Wacker Chemie AG, 2007. Muottisilikoni M4440 tekninen esite B.

Verkkodokumentti. Luettu 14.6.2011.

<http://www.kevra.fi/tuoteluettelodir/attachments/ELASTOSIL%20M%204440.en.07.pdf>

Wacker Chemie AG, 2003. Silikoninpaksunnosaine stab. 43 tekninen esite.

Verkkodokumentti. Luettu 14.6.2011.

[http://www.kevra.fi/tuoteluettelodir/attachments/Stabilizer\\_43\\_e\\_2003\\_12.pdf](http://www.kevra.fi/tuoteluettelodir/attachments/Stabilizer_43_e_2003_12.pdf)

Scрабо, 2008. Muottisilikoni Kōraform K31 tekninen esite.

Verkkodokumentti. Luettu 14.6.2011.

[http://www.scabro.com/assets/files/Test/Koeraform\\_engl\\_K31\\_new%20NL.pdf](http://www.scabro.com/assets/files/Test/Koeraform_engl_K31_new%20NL.pdf)

Dupont Teijin films, 2007. Melinex- kalvon tekninen esite.

Verkkodokumentti. Luettu 15.4.2012.

[http://www.tekra.com/products/polyester/DTF\\_Tekra\\_pg1-4.pdf](http://www.tekra.com/products/polyester/DTF_Tekra_pg1-4.pdf)

Fyne Conservation Services. Fynebond-epoksihartsin ja kovetteen käyttöturvallisuustiedote. Verkkodokumentti . Luettu 14.4.2012.

Hartsi: <http://www.fyne-conservation.com/content/view/18/41/>

Kovete: <http://www.fyne-conservation.com/content/view/17/41/>

Associated Dental Products Ltd, 2011. Käyttöturvallisuus tiedote

Verkkodokumentti. Luettu 20.4.2012.

<http://www.kemdent.co.uk/Safety/D31-ModellingWax.pdf>

Suulliset lähteet:

Lemantjic Goratz, 2011. Luento Hollannissa 17.1.2011. Työharjoitteluohjaus Slovenian kansallismuseossa (sisältää luentoja ja esineiden parissa työskentelyn aikana tapahtuvaa ohjausta) 7.3.2011- 1.6.2011.

## **Liitteen otsikko**

Liitteen sisältö

## **Liitteen otsikko**

Liitteen sisältö